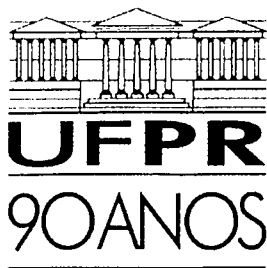


**LUIS PAULO GOMES MASCARENHAS**

**A INFLUÊNCIA DE DUAS INTENSIDADES DE TREINAMENTO AERÓBIO  
SOBRE A POTÊNCIA AERÓBIA E ANAERÓBIA DE CRIANÇAS  
PRÉ-PÚBERES DO SEXO MASCULINO**

**CURITIBA  
2005**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
COORDENAÇÃO DE PÓS GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

## TERMO DE APROVAÇÃO

LUIS PAULO GOMES MASCARENHAS

A INFLUÊNCIA DE DUAS INTENSIDADES DO TREINAMENTO  
AERÓBIO SOBRE A POTÊNCIA AERÓBIA E ANAERÓBIA DE  
CRIANÇAS PRÉ-PÚBERES DO SEXO MASCULINO

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física – Área de Concentração Exercício e Esporte, Linha de Pesquisa Atividade Física e Saúde, do Departamento de Educação Física do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:

Professor Dr. Wagner de Campos (Orientador)  
Departamento de Educação Física / UFPR

Professor Dr. Candido Simões Pires Neto

Professor Dr. Sérgio Gregório da Silva  
Departamento de Educação Física / UFPR

Curitiba, 29 de Novembro de 2005

## AGRADECIMENTOS

Meu primeiro agradecimento a Deus por ter me dado força e posto ao meu lado pessoas tão generosas, positivas e equilibradas em meu auxílio nesta que sem dúvida foi uma jornada com muitas pedras.

Agradeço as pessoas que tiveram envolvimento neste estudo: aos pais e responsáveis por entenderem a importância deste estudo e darem suporte para que seus filhos participassem; as crianças que serviram de sujeitos da pesquisa pela alegria, interesse e dedicação as atividades propostas durante o período de treinamento; ao técnico Glailson Gonçalves Santana e seus assistentes que abriram espaço para a realização deste estudo dentro do grupo de crianças que estavam iniciando no esporte; a Associação dos corredores da Vila São João Del Rey por cederem suas dependências de treinamento e apoio logístico as crianças e treinadores; principalmente agradeço aos meus colegas que ajudaram na coleta de dados.

Agradeço a minha família e amigos pelos momentos de paciência, compreensão e ajuda nesta caminhada.

A minha esposa querida às várias horas desprendidas em meu auxílio, apoio, sobretudo carinho, que somente uma pessoa que carrega consigo muito amor no coração é capaz de compreender e se doar nestes momentos.

Meu especial agradecimento ao meu orientador, professor Dr. Wagner de Campos que, além de ser um ótimo profissional, traz consigo a paciência de um pai aliado ao direcionamento de um amigo, viabilizando assim o alicerce de um trabalho bem feito. Obrigado a todos.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
<b>1.0 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>2.0 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>07</b>
2.1 Treinamento físico em crianças.....	07
2.1.1 Resposta metabólica e hormonal do exercício em crianças.....	10
2.2 Potência e capacidade aeróbia durante o crescimento.....	15
2.3 Potência e capacidade anaeróbia durante o crescimento.....	20
<b>3.0 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
3.1 População e Amostra.....	25
3.2 Instrumentos e Procedimentos.....	26
3.3 Programa de Treinamento.....	31
3.4 Planejamento da Pesquisa e Estatística.....	33
<b>4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
4.1 Caracterização da Amostra.....	35
4.2 Composição Corporal.....	36
4.2.1 Índice de Massa Corporal.....	36
4.2.2 Percentual de Gordura Corporal.....	37
4.3 Potência Aeróbia.....	38
4.3.1 Potência Aeróbia Relativa.....	39

4.3.2 Potência Aeróbia Absoluta.....	43
4.4 Potência Anaeróbia.....	46
4.4.1 Pico de Potência Anaeróbia Relativa.....	47
4.4.2 Pico de Potência Anaeróbia Absoluta.....	48
4.4.3 Resistência Anaeróbia Relativa.....	50
4.4.4 Resistência Anaeróbia Absoluta.....	51
<b>5.0 CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>64</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Especificações para realização do teste de 20m .....	29
Tabela 2. Resultados das médias e desvios-padrão da idade decimal e nível de atividade física habitual (NAFH).....	35
Tabela 3. Resultados das médias e desvios-padrão para as variáveis antropométricas de massa corporal e estatura.....	36
Tabela 4. Médias e desvios-padrão do índice de massa corporal entre os grupos de treinamento no pré-teste e pós-teste .....	37
Tabela 5. Médias e desvios-padrão do percentual de gordura entre os grupos de treinamento no pré-teste e pós-teste.....	37
Tabela 6. Médias e desvios-padrão na potência aeróbia relativa entre os grupos de treinamento e os períodos de testagem.....	39
Tabela 7. Médias e desvios-padrão na potência aeróbia absoluta entre os grupos de treinamento e os períodos de testagem.....	43
Tabela 8. Médias e desvios-padrão para as variáveis de carga, frequência cardíaca máxima do teste e momento do pico de potência entre os grupos de treinamento e os períodos de testagem.....	46
Tabela 9. Médias e desvios-padrão no pico de potência anaeróbia entre os grupos de treinamento e os períodos de testagem. ....	47
Tabela 10. Médias e desvios-padrão na potência anaeróbia absoluta entre os grupos de treinamento e os períodos de testagem.....	49
Tabela 11. Médias e desvios-padrão na resistência anaeróbia relativa entre os grupos de treinamento e os períodos de testagem....	50
Tabela 12. Média e desvio-padrão na resistência anaeróbia absoluta entre os grupos de treinamento e os períodos de testagem.....	51

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1. Interação Treinamento e Potência Aeróbia Relativa.....	40
Gráfico 2. Interação Treinamento e Potência Aeróbia Absoluta.....	43

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo estabelecer a influência de duas intensidades de treinamento aeróbio sobre a potência aeróbia e anaeróbia de crianças pré-púberes da cidade de Curitiba/PR. A amostra foi constituída por 35 crianças, entre 8 a 10 anos, divididas em 3 grupos: O grupo "A" (n=12) que realizou treinamento igual ou superior a 70% da FCR, o grupo "B" (n=12) com treinamento igual a 50% da FCR e o grupo "C" (n=11) controle formado por crianças que não realizaram treinamento algum. O treinamento foi ministrado por um período de 2 meses, três vezes por semana. Foi mensurado o índice de massa corporal (IMC) e o percentual de gordura através da equação preditiva de Slaughter (1988); a potência aeróbia foi predita pelo teste de 20m de Léger (1988); a potência anaeróbia através do teste de Wingate. Para assegurar que todas as crianças eram pré-púberes utilizou-se, além da idade cronológica, a auto-avaliação da maturação sexual secundária (TANNER, 1962). O nível de atividade física habitual foi mensurado pelo recordatório de gasto energético (BOUCHARD, 1983). Para tratamento estatístico foi utilizada a análise de variância (two-way) para medidas repetidas com  $p < 0,05$ . Para o IMC, a análise de variância foi significativa para período de testagem  $F(1,2,32) = 72,48$ ,  $p = 0,00001$ , não apresentando efeitos significativos para grupo de treinamento nem para a interação. Para o percentual de gordura (%G), o resultado da análise de variância apresentou significância para grupo de treinamento  $F(1,2,32) = 4,21$ ,  $p = 0,02$  e entre o período de testagem com  $F(1,2,32) = 16,39$ ,  $p = 0,0003$ , não sendo encontrada diferença significativa para a interação. O resultado da análise de variância na potência aeróbia relativa ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) indicaram diferenças significativas para grupo de treinamento  $F(1,2,32) = 9,69$ ,  $p = 0,0005$ , período de testagem  $F(1,2,32) = 3,98$ ,  $p = 0,05$  e interação com  $F(1,2,32) = 14,49$ ,  $p = 0,00003$ . Para potência aeróbia absoluta ( $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$ ), não ocorreu diferença significativa para grupo de treinamento, mas foi significativa quanto para o período de testagem  $F(1,2,32) = 51,40$ ,  $p = 0,0000003$  e para a interação  $F(1,2,32) = 7,59$ ,  $p = 0,001$ . Para a potência anaeróbia, o pico potência anaeróbia absoluta (W) não apresentou diferença significativa para grupo de treinamento, sendo significativa para período de testagem  $F(1,2,32) = 8,77$ ,  $p = 0,005$  e a interação não foi significativa. A resistência anaeróbia relativa ( $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) não indicou diferenças significativas para grupo de treinamento, mas observou-se significância para período de testagem  $F(1,2,32) = 12,73$ ,  $p = 0,001$  e a interação não foi significativa. O pico de potência relativo e a resistência absoluta não apresentaram nenhuma diferença significativa. Concluiu-se que as atividades mais intensas, acima de 70% FCR propiciam ganhos significativos na potência aeróbia relativa e na potência aeróbia absoluta. Atividades de cunho leve com intensidades de 50% FCR não obtiverem diferenças significativas comparadas com o grupo controle. A resposta da potência anaeróbia em função do treinamento aeróbio não apresentou alterações para esta amostra.

Palavras-chave: crianças, treinamento, potência aeróbia e anaeróbia.



## ABSTRACT

The purpose of this study was to verify the influence of two aerobic training intensities on aerobic and anaerobic power of prepubescent boys from Curitiba city. The intentional sample of 35 children was consisted of 8 to 10 years old children, randomly divided in 3 groups: Group "A", n=12, children who trained equal or superior of 70% of Reserve Heart Rate; Group "B", n=12, children who trained equal of 50% Reserve Heart Rate; Group "C", n=11, control who did not participated on training. The running training sessions were developed during two months, three times/week. Were measured the body mass index (BMI) and the percentage of fat calculated by a predict equation of Slaughter (1988); Aerobic power ( $\text{VO}_2\text{máx}$ ) was evaluated using the 20m shuttle-run test (LÉGER, 1982) and anaerobic power was assessed by the Wingate test, with estipulate load of 7.5% of the body mass. Maturation level was assessed using the stages of pubic hair (TANNER, 1962). Children showed similar level of habitual physical activity measured by a three daily physical activity report (BOUCHARD, 1983). Repeated measures ANOVAs (two way) were calculated to determine any significant main effect and Tukey post-hoc was used to follow significant differences ( $p < 0.05$ ). For BMI, the variance analyze was significant between testing  $F(1,2,32) = 72,48$ ,  $p = 0,00001$ , but do not show significance between groups neither for interaction. For percentage of fat (%F), the results of variance analyze show significant between groups of training  $F(1,2,32) = 4,21$ ,  $p = 0,02$  and testing  $F(1,2,32) = 16,39$ ,  $p = 0,0003$ , but do not show interaction significance. The analyses of variance on aerobic power indicated significant main effects for groups of training  $F(1,2,32) = 9.69$ ,  $p = 0.0005$ , testing  $F(1,2,32) = 3.98$ ,  $p = 0.05$  and for the interaction  $F(1,2,32) = 14.49$ ,  $p = 0.00003$ . The peak anaerobic power (W) did not show significant difference between groups, but significant were demonstrate between testing  $F(1,2,32) = 8,77$ ,  $p = 0,005$  and the interaction was not significant. The resistance anaerobic power ( $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) did not indicated significant difference between groups, but was observe significant difference for testing  $F(1,2,32) = 12,73$  and not significant for interaction. No significant main effects were found for peak anaerobic power relative ( $\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) and resistance anaerobic power absolute (W). Concluding after two months training intensity ( $\geq 70\%$  of FCR) demonstrated to significantly improve to relative and absolute aerobic power of pre-pubescent children. Light actives with intensity of 50% FCR do not show significant difference when compared with control group. The answer of anaerobic power in function of aerobic training did not show alteration in this study.

Key words: children; training; aerobic power; anaerobic power.

## 1.0 INTRODUÇÃO

A iniciação da prática desportiva vem demonstrando uma tendência cada vez mais precoce. A especialização precoce, de acordo com Silva et alli (2001), pode ser entendida como a prática de atividades desportivas para fins competitivos, com um elevado tempo despendido no treinamento e realizada antes da puberdade. Silva et alli (2001) identificaram que o processo de iniciação esportiva real está ocorrendo entre os 6 e 8 anos de idade, enquanto a literatura aponta, em sua grande maioria, para um início em torno dos 9 e 10 anos, dependendo da modalidade (BOMPA, 2002, p.09).

Com a antecipação infantil à prática do desporto, questionamentos quanto à forma e intensidade da realização desses treinamentos e dos reais benefícios físicos gerados para as crianças, ainda estão sem respostas. A maneira como o treinamento físico induz mudanças fisiológicas, metabólicas, anatômicas e hemodinâmicas em adultos tem sido largamente estudada (HOLLMANN, 2001), contudo o mesmo não ocorre em relação às crianças, devido à necessidade e dificuldade de se adaptar materiais para uma avaliação não invasiva, deixando em aberto as questões quanto às mudanças ocorridas no corpo da criança ao sofrer o estímulo do treinamento sistemático (LeMURA et alli, 1999; BOISSEAU e DELMARCHE, 2000; SILVA et alli, 2001).

Estudos vêm demonstrando resultados controversos quanto ao efeito do treinamento de crianças pré-púberes em relação à melhora da potência aeróbia e anaeróbia. A maioria dos estudos realizados com treinamento aeróbio e anaeróbio em crianças pré-púberes, além de esparsos, muitas vezes não se preocuparam com a maturação ou com o monitoramento cuidadoso da modalidade treinada, especialmente com relação à intensidade do exercício (WILLIAMS et alli, 2000; BOISSEAU e DELMARCHE, 2000).

Daly et alli (2002) mostram que, na maioria dos estudos com crianças atletas, a intensidade do treinamento normalmente não é descrita, ou é apenas mencionada através de horas por semana. Os autores sugerem a apresentação de dados através do monitoramento da frequência cardíaca ou o acompanhamento por vídeo para se identificar a real intensidade de treinamento, pois a variação entre as sessões de treino e a magnitude do impacto do treinamento podem estar sendo mascaradas

pelas horas excessivas, mas de baixa intensidade ou, ao contrário, poucas horas de atividade com intensidade elevada.

Várias formas de treinamento vêm sendo testadas em crianças pré-púberes e talvez essa seja uma das razões para a variação de resultados apresentados pela literatura. Além disso, vem sendo presumido que crianças pré-púberes podem sofrer menos adaptações fisiológicas ao treinamento aeróbio do que crianças púberes, apesar das crianças pré-púberes serem mais entusiasmadas para se engajarem em atividades físicas (BAR-OR, 1989; LeMURA et alli, 1999).

LeMura et alli (1999) realizam uma meta-análise sobre potência aeróbia máxima em crianças e a possibilidade do aumento de sua aptidão com treinamento. Os autores concluíram que a extensão da melhora da potência aeróbica da criança ainda é incerta, principalmente antes da puberdade, sugerindo que o efeito do treinamento aeróbio seja ligeiramente menor durante a primeira década de vida. No entanto, Boisseau e Delamarche (2000) chegaram a conclusões diferentes e ressaltaram que crianças e adolescentes são aptos a participarem de programas de treinamento aeróbio prolongado, embora as primeiras necessitem de um programa específico para que melhorem o seu desempenho.

Estudos acerca do desenvolvimento da potência aeróbia máxima em adultos vêm demonstrando que as adaptações ao treinamento são relativas a ganhos no sistema cardiovascular central e adaptações periféricas. Todavia, em crianças, os ganhos gerados pelo treinamento aeróbio sobre a potência máxima, aparentemente se caracterizam pelo desenvolvimento da capacidade no volume de ejeção do coração, tanto para meninas quanto para meninos (OBERT et alli, 2003). Apesar do avanço dos estudos nesta área do conhecimento, o mecanismo pelo qual a potência aeróbia ou o  $\text{VO}_2\text{máx}$  aumenta em crianças pré-púberes, com o treinamento, ainda continua não completamente elucidado.

Aumentando a complexidade da avaliação durante a infância e adolescência, Astrand (1976) notou em seus estudos que avaliar o efeito do treinamento em crianças pode ser difícil, pois o avançar da idade por si só pode simular muitas das alterações fisiológicas produzidas pelo treinamento.

Vários estudos, tanto na área da atividade física e saúde como na do treinamento desportivo, buscam evidenciar os benefícios do exercício aeróbio na infância. Baquet et alli (2002), realizando treinamento de alta intensidade aeróbia,

monitorado via frequência cardíaca máxima por um período de sete semanas, em crianças com idade média 9,7 anos, concluíram que estas podem aumentar seu pico de  $\text{VO}_2$  com um treinamento de corridas curtas e de alta intensidade aeróbia.

Os efeitos favoráveis à saúde proporcionados pelo exercício aeróbio sobre o volume máximo de oxigênio ( $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ), e a conseqüente melhora na qualidade de vida, vêm sendo relatados em crianças com diferentes tipos de patologia, tais como cardiopatias, asma e obesidade (ROWLANDS et alli, 1999; JOHNSON et alli, 2000; COUNIL et alli, 2003).

Indivíduos em crescimento que participam de treinamento aeróbio, apresentam alterações induzidas pelo exercício, como o aumento do  $\text{VO}_{2\text{máx}}$ , que aponta para alterações na potência aeróbia. Mas nem sempre é possível obter uma estimativa precisa do metabolismo aeróbio que não seja influenciado pela produção anaeróbia de energia (MALINA e BOUCHARD, 2002, p. 198).

O componente anaeróbio durante o exercício físico em crianças pode ser um fator muito importante no seu desempenho físico durante a prática desportiva. Bencke et alli (2002) enfatizam ainda que muitos esportes praticados pelas crianças, são caracterizados por pequenas explosões de alta intensidade e, dependendo da duração e intensidade do estímulo, diferentes sistemas energéticos podem ser requisitados.

Se considerarmos que crianças apresentam características de atividades físicas de pequena duração e alta intensidade, quando a via metabólica predominante é a anaeróbia, a literatura aponta para um melhor desempenho físico infantil em testes de potência anaeróbia na época em que as crianças se aproximam do período do estirão de crescimento e um maior desenvolvimento da massa muscular (BOISSEAU e DELMARCHE, 2000).

Pesquisas a respeito do comportamento do sistema anaeróbio em crianças, em especial nas relacionadas ao treinamento e ao desempenho anaeróbio durante o crescimento e maturação, são insuficientes para se ter um consenso a respeito deste tópico (ARMSTRONG et alli, 2001; BENCKE et alli, 2002).

A dificuldade em se mensurar o desempenho anaeróbio em crianças de forma direta direcionou as pesquisas para a potência de curta duração, viabilizada pelo teste de Wingate, o qual determina o pico e a resistência da potência anaeróbia em um período de 30 segundos de esforço máximo. De acordo com Armstrong et alli

(2001) estudos transversais sobre a potência de curta duração em crianças e adolescentes são geralmente conflitantes e as idades limitadas entre 10 a 13 anos. Contudo os autores indicam que o treinamento pode induzir a um desenvolvimento da ativação neural das unidades motoras e do metabolismo muscular durante o exercício, fator que pode ser responsável pelo aumento da potência máxima de curta duração em crianças que praticam exercícios regularmente.

Beneke et alli (2002) identificaram que, durante o teste anaeróbio de Wingate, uma fração de aproximadamente 20% da energia necessária para o desempenho do teste deriva do metabolismo aeróbio, em vista das crianças apresentarem uma melhor condição de utilização do sistema aeróbio e das mensurações advindas do teste de Wingate, apresentarem correlações significativas de  $r=0,58$  e  $r=0,69$  para pico de potência e resistência com o  $VO_{2\text{máx}}$  (BLOXHAM et alli 2005). Uma pergunta que ainda persiste sem um consenso na literatura: qual seriam as alterações na potência anaeróbia de curta duração advindas do treinamento aeróbio?

Devido à elevada controvérsia a respeito do comportamento do metabolismo anaeróbio em crianças e em razão da insuficiente quantidade de pesquisas neste campo, os técnicos de diversas modalidades desportivas, que trabalham com crianças pré-púberes, vêm utilizando intensidades aleatórias de treinamento para provocar o estresse na musculatura esquelética com o intuito de elevarem a qualidade da potência anaeróbia em seus atletas para cada esporte (BLIMKIE e MARION, 1993).

De acordo com Blimkie e Marion (1993), as crianças demonstram ser capazes de melhorar a sua potência anaeróbia de modo relativo com o treinamento, ou seja, maior carga de trabalho em função da massa corporal, admitindo, desta maneira, um ganho maior da potência anaeróbia em crianças do que em adolescentes e adultos. Mas de modo absoluto os pré-púberes são menos receptíveis ao treinamento. Aparentemente o fator principal que determina o efeito do treinamento está ligado à sua intensidade e duração, no entanto as recomendações existentes na literatura não deixam claro qual seria o modelo mais adequado de treinamento para crianças pré-púberes.

Counil et alli (2003), em estudo sobre o efeito do treinamento sobre a potência anaeróbia em crianças com asma entre 10 e 14 anos, concluíram que o treinamento

de alta intensidade possibilita melhorias tanto na potência anaeróbia quanto na potência aeróbia.

Baseado nessas discordâncias do quanto seria a intensidade e a duração do treinamento ideal para crianças de maneira a influenciar significativamente a potência aeróbia e a anaeróbia, e se realmente com o treinamento aeróbio ocorre uma melhora nestas variáveis, desenvolveu-se o seguinte problema de estudo: qual a influência de diferentes intensidades do treinamento aeróbio na potência aeróbia e anaeróbia em crianças pré-púberes do sexo masculino da cidade de Curitiba – PR?

## 1.1 – Objetivo Geral

Determinar e analisar os efeitos de diferentes intensidades de treinamento aeróbio sobre as potências aeróbia e anaeróbia em crianças pré-púberes do sexo masculino iniciantes no treinamento de corrida.

### 1.1.1 – Objetivos Específicos:

- a) Identificar as alterações decorrentes de diferentes intensidades do treinamento aeróbio (sem treinamento, treinamento com intensidade a 50% da FCR e treinamento com intensidade superior a 70% da FCR) no  $VO_{2máx}$  (absoluto e relativo);
- b) Identificar as alterações decorrentes de diferentes intensidades do treinamento aeróbio (sem treinamento, treinamento com intensidade a 50% da FCR e treinamento com intensidade superior a 70% da FCR), no pico de potência anaeróbia (PP), resistência da potência anaeróbia (MP), tanto absoluta como relativa.

## 1.2 – Hipóteses:

- a) Independente da intensidade, as crianças submetidas ao treinamento aeróbio apresentarão melhoras na potência aeróbia quando comparadas às crianças não submetidas ao treinamento aeróbio.
- b) Independente da intensidade, as crianças submetidas ao treinamento aeróbio apresentarão melhoras na potência anaeróbia quando comparadas às crianças não submetidas ao treinamento aeróbio.
- c) As crianças submetidas ao treinamento aeróbio com intensidade superior a 70% da FCR apresentarão uma melhor resposta na potência aeróbia, do que as crianças sem treinamento e as que realizaram treinamento a 50% da FCR.
- d) As crianças submetidas ao treinamento aeróbio com intensidade superior a 70% da FCR apresentarão uma melhor resposta na potência anaeróbia, do que as crianças sem treinamento e as que realizaram treinamento a 50% da FCR.

## 2.0 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 - Treinamento físico em crianças

As dúvidas quanto ao treinamento infantil, e a escassa divulgação de pesquisas na área, estão, de acordo com Rowland (1985), levando-nos a prescrever programas de treinamento baseados nos recomendados para adultos, embora conscientes de que crianças e adolescentes não são miniaturas de adultos. Um grande número de jovens atletas participa de treinamentos voltados aos esportes competitivos antes da puberdade, mesmo sem o entendimento completo dos benefícios do treinamento para esta fase da vida (BAXTER-JONES et alli, 2003).

O treinamento físico deve gerar uma sobrecarga que induza à promoção do estresse ao corpo humano, com o intuito de que este interprete essa carga como natural e se adapte de maneira a aumentar a aptidão física. A progressão do estímulo, por sua vez, deve estender-se de forma gradativa de acordo com o aumento da carga, sendo que esta elevação gradual deve variar entre frequência, intensidade, tipo, tempo de realização, e ou fatores combinados (BOMPA, 2002, p.17).

A frequência do treinamento compreende o quanto a criança pratica de atividade por um determinado período de tempo, que na maioria das vezes se estipula por participações semanais, podendo variar de acordo com a intensidade do trabalho e a necessidade de descanso para se recompor do estresse sofrido pelo exercício físico. O ponto da intensidade indica o quão extenuante será o exercício durante a atividade física.

A intensidade do exercício pode ser monitorada de várias formas e de acordo com a necessidade ou objetivo previsto. A forma mais comum de monitoramento da intensidade do treinamento é através da frequência cardíaca, contudo esta não terá utilidade se quisermos identificar a intensidade do treinamento de flexibilidade, por exemplo. Portanto a escolha da forma de monitoramento deve seguir os objetivos que se quer efetivamente mensurar no exercício.

Aparentemente, quanto mais intensa a atividade, menor o tempo que crianças e pessoas com baixo condicionamento poderão realizar a atividade. Desse modo, o tempo e o tipo de atividade, em conjunto, compreendem o volume do treinamento.



Outros aspectos podem variar de acordo com o nível de treinamento da criança ou com o objetivo proposto.

A AAHPERD (1999) aconselha que o treinamento busque o desempenho da aptidão física, sendo realizado de 5 – 6 vezes por semana, com intensidades variando entre 65 a 90% da frequência cardíaca máxima, num total de 60 a 120 minutos, de maneira que períodos intermitentes de treinamento não ultrapassem os 10 –15 minutos e se alternem com descansos curtos, para os trabalhos que enfoquem a melhora da capacidade aeróbica das crianças.

Quanto ao treinamento de força e resistência anaeróbia, sugere-se a participação de 4 – 5 vezes por semana, treinando especificamente as atividades do esporte em particular, com cargas moderadas e de aumento progressivo, projetando o esforço máximo que causem específicas adaptações às necessidades desportivas, tendo entre 3 – 5 séries com 5 a 20 repetições, procurando sempre os exercícios que envolvam articulações múltiplas (AAHPERD, 1999).

Outros estudos, contudo, identificaram que talvez estes padrões não sejam necessários para o desenvolvimento da potência aeróbia em crianças. Baquet et alli (2003) demonstram que a maioria dos protocolos de treinamento aeróbio com crianças acontece entre 3 a 4 sessões semanais, com intensidade de 80 – 85% da frequência cardíaca máxima, com duração entre 30 a 60 minutos. Já LeMura et alli (1999) sugerem que a frequência de 3 vezes semanais seja suficiente, com uma intensidade relativamente menor de 70% da frequência cardíaca máxima.

O efeito do treinamento físico em crianças pode variar de acordo com a associação dos processos de passagem da idade infantil para a adulta, sendo caracterizado pelo somatório de três funções: o crescimento, o desenvolvimento e a maturação (MALINA e BOUCHARD, 2002, p. 241).

O crescimento pode ser entendido como o aumento nas estruturas corporais concretizadas pela multiplicação ou aumento nos números de células do corpo humano. O desenvolvimento por sua vez compreende o processo de mudanças no organismo humano que de maneira contínua se estende desde a concepção até a morte (GALLAHUE e OZMUN, 2001).

De acordo com Gallahue e Ozmun (2001), a maturação pode ser entendida como as alterações qualitativas que capacitam o organismo a avançar para níveis mais elevados de funcionamento, atreladas às respostas genéticas do organismo e

à influência do meio ambiente.

Tourinho Filho et alli (1998) ressaltam a importância dos profissionais que trabalham com crianças e que participam de algum tipo de atividade desportiva de que entendam a aplicação prática destes três conceitos explicitados acima, pois estes podem responder algumas perguntas quanto ao desempenho de crianças em diferentes faixas etárias ou mesmo entre a mesma faixa etária.

Aparentemente o treinamento infantil parece estimular o crescimento físico de seus praticantes, mas a literatura não confirma de forma evidente este fato e levanta a possibilidade da redistribuição de energia, a qual, ao invés de ser utilizada pelo corpo para o crescimento, seria gasta no exercício físico intenso, devido a relatos que demonstram uma aceleração no crescimento quando o treinamento físico diminui ou cessa (DALY et alli, 2002).

Contudo alguns autores deixam implícita a discussão a favor da prática de atividade física regular e a sua influência positiva no crescimento esquelético, sendo a hipótese de que os períodos pré-púberes e púberes são aqueles que apresentam maior resposta ao exercício, tanto na formação quanto na densidade óssea, devido à presença do hormônio de crescimento na fase pré-púbere e dos hormônios sexuais na puberdade (BASS, 2000; DANIS et alli, 2003).

No estudo realizado por Damsgaard et alli (2000) com crianças de ambos os sexos, praticantes de cinco modalidades desportivas diferentes e seus respectivos pais, foram avaliadas a estatura, massa corporal e IMC em diferentes idades. Em seus resultados, verificou-se que o treinamento desportivo não afetou o crescimento, independente do tipo de esporte ou das horas semanais treinadas, e que as diferenças no tamanho corporal já se apresentavam desde o nascimento e entre os pais por modalidade, sugerindo que as crianças podem ter escolhido o esporte de acordo com a preferência dos pais ou uma seleção natural das características de cada modalidade. Alterações na composição corporal também foram encontradas entre as modalidades esportivas.

O treinamento em crianças vem apontando para uma significativa redução na quantidade de gordura corporal, assim como no somatório de dobras cutâneas como reflexo do treinamento sobre a composição corporal (DANIS et alli, 2003).

Possivelmente uma melhor utilização e transporte do oxigênio favoreçam a metabolização da gordura corporal como substrato energético, vindo dessa maneira

acarretar a redução dos estoques de adipócitos como consequência da melhora da condição física da criança (JOHNSON et alli, 2000).

Estudo realizado com gêmeos identificou que a massa corporal entre eles se manteve após 6 meses de treinamento realizado em apenas um deles. Entretanto, aqueles que realizavam o treinamento apresentavam uma redução significativa na quantidade de gordura corporal quando comparado com seu par (DANIS et alli, 2003).

A participação de crianças em atividades esportivas é freqüentemente vista como uma boa influência sobre o crescimento e a maturação, contudo devemos nos precaver em generalizar idéias, pois jovens atletas apresentam-se como um grupo seletivo que pode diferenciar-se em vários parâmetros da população em geral (CAMPOS e BRUM, 2004).

#### 2.1.1 - Resposta metabólica e hormonal ao exercício em crianças

A conexão do crescimento e da maturação é mantida por uma constante interação entre genes, hormônios, nutrientes e os fatores ambientais. O processo de crescimento e maturação apresenta sua própria taxa de resposta ao exercício e varia de acordo com o processo de desenvolvimento durante a infância e a adolescência (MALINA e BOUCHARD, 2002, p. 311).

Durante a puberdade, o desenvolvimento e a intensidade de trabalho do sistema endócrino podem afetar a regulação metabólica no exercício físico. Contudo, o modo como esses mecanismos funcionam ainda permanece um mistério a ser explorado pelos cientistas. As dificuldades metodológicas e éticas talvez possam explicar as poucas pesquisas existentes em relação ao exercício na infância.

Malina e Bouchard (2002) tentam explicar o estirão de crescimento entendendo que os anos que precedem a puberdade são caracterizados por um crescimento lento e estável, no qual predomina um baixo anabolismo, devido à imaturidade do sistema cortical adrenal que, durante a infância, apresenta uma interação das gônadas e do eixo hipotálamo-pituitário em níveis muito baixos, ocorrendo assim um *feedback* negativo para o hipotálamo e a decorrente manutenção do equilíbrio.

Ao final da infância e com a maturação do sistema adrenal, ocorre uma alteração na sensibilidade do hipotálamo aos baixos níveis de hormônios gonadais circulantes que estimulam o núcleo arqueado do hipotálamo a secretar os hormônios luteinizante (LH) e foliculoestimulante (FSH), que vão gerar um *feedback* positivo no hipotálamo e conseqüente aumento de secreção hormonal e aceleração no processo de crescimento e maturação até atingir a fase adulta.

As taxas de crescimento e desenvolvimento celular dependem da ação de hormônios como o de crescimento (GH), fator de crescimento como a insulina (IGF-I) e hormônios sexuais, sendo que estes hormônios também regulam diretamente o processo do metabolismo durante o descanso e o exercício. A maturação adrenal, que é definida como a síntese e secreção das substâncias andrógenas e estrógenas quando a zona reticular adrenal está trabalhando de forma completa, acontece por volta do 6 a 8 anos em meninas e 8 a 10 anos em meninos e, em ambos os sexos, aparentemente apresenta um progressivo aumento da secreção hormonal adrenal durante a fase de maturação e crescimento (MALINA e BOUCHARD, 2002, p.329).

O desenvolvimento gonadal caracteriza-se pela ativação dos testículos e ovários na puberdade, acontecendo cerca de 2 a 3 anos após a maturação adrenal (LAC et alli, 1992), fato este que pode explicar em parte a razão pela qual a maturação e desenvolvimento fisiológico feminino se dão cerca de 2 a 2,5 anos antes do que o masculino (WILMORE e COSTILL, 2001, p.519; MALINA e BOUCHARD, 2002, p.47).

O pico de crescimento durante a fase infantil está relacionado a importantes hormônios que induzem a velocidade de crescimento tanto ósseo quanto muscular, bem como aumentam as habilidades funcionais e adaptações metabólicas. Estas mudanças decorrentes desse processo devem influenciar o desenvolvimento e o desempenho das capacidades físicas durante a infância e a adolescência (BOISSEAU et alli, 2000).

Os hormônios normalmente agem em locais do corpo distantes de suas origens celulares. Através da circulação sangüínea, podem atingir todas as células e tecidos do corpo humano. Contudo a ativação hormonal só ocorre nos tecidos e células que tenham receptores adequados e sensíveis a cada tipo de hormônio secretado (WILMORE e COSTILL, 2001, p. 159; MALINA e BOUCHARD, 2002, p.312). Boisseau et alli (2000) alertam para os cuidados na interpretação das

mensurações feitas dos hormônios plasmáticos ou sanguíneos durante o exercício em crianças quando comparadas com adultos, pois podem existir tanto alterações de quantidade de hormônios como de seus receptores durante o processo maturacional.

As ações hormonais são fundamentalmente de regulação e se enquadram em três categorias: morfogênese, manutenção e integração.

Na morfogênese, os hormônios são responsáveis pela maturação e crescimento físico do indivíduo, pela taxa de crescimento do corpo e de suas partes, além da maturação das gônadas e pelo aparecimento das características sexuais secundárias. Como mantenedores, os hormônios agem sobre a manutenção das taxas de substratos no organismo como, por exemplo, o equilíbrio do cálcio ou mesmo a disponibilidade de glicose sanguínea. No papel de integração, os hormônios fazem parte do mecanismo complexo do corpo humano, respondendo aos estímulos tanto do ponto de vista interno, como a fatores de estresses providos do meio externo, nos quais o exercício físico se encaixaria (MALINA e BOUCHARD, 2002, p. 312).

Os hormônios podem ser classificados quanto a sua formação química de duas formas, os hormônios esteróides e os não-esteróides. Os hormônios esteróides são aqueles constituídos quimicamente e, na sua maioria, de maneira similar ao colesterol, são lipossolúveis, difundindo-se facilmente pelas membranas plasmáticas. Os hormônios não-esteróides são todos aqueles que são constituídos de uma formação protéica ou peptídica e apresentam dificuldade em atravessar as membranas das células, necessitando de receptores para agirem intracelularmente (WILMORE e COSTILL, 2001, p.159).

O crescimento dos tecidos e os benefícios do treinamento, que estão ligados a indivíduos bem condicionados, são relacionados a um ambiente anabólico gerado pelo estresse do treinamento físico que está conectado ao eixo hormônio de crescimento (GH) e fator de crescimento como a insulina I (IGF-I). Em decorrência, esses indivíduos têm maior circulação do fator de crescimento, principalmente da insulina I (IGF-I) e, sendo este um componente importante na hipertrofia muscular, há, por consequência, ganhos na capacidade aeróbia e anaeróbia (ELIAKIM et alli, 1998).

O hormônio de crescimento (GH) é secretado pela pituitária anterior em padrões pulsáteis durante o dia, sendo a sua secreção regulada por dois peptídeos hipotalâmico: o hormônio GH livre (GHRH) que é estimulado pela síntese e secreção do GH e a somatostatina que inibe o GH livre sem afetar a síntese do GH. Muitos dos efeitos metabólicos do GH são mediados pelo fator de crescimento como a insulina I (IGF-I) que é sintetizada no fígado sob o controle do GH e exerce um rápido *feedback* negativo no GH livre (Wideman et alli, 2002).

Eliakim et alli (1998) ainda especulam que existam pelo menos duas fases da resposta do eixo GH e IGF-I para o treinamento. Primeiramente uma fase aguda de resposta catabólica, iniciada pela baixa concentração do aglutinador protéico do hormônio de crescimento (GHBP). Em um momento posterior ao estresse catabólico, dependendo do estado nutricional e do balanço energético de cada indivíduo, um ajustamento anabólico acontece no eixo GH-IGF-I.

Os GHBP são componentes extracelulares que facilitam a recepção do GH pelas células musculares, podendo vir a refletir nos números de receptores do GH e desta forma alterar a função deste. Entretanto, a precisa relação entre a regulação de GHBP e a recepção do GH pela célula ainda não está bem esclarecida pela literatura, mas, apesar disso, uma correlação inversa entre o GHBP e o pico de  $VO_2\text{max/kg}$  e uma correlação positiva entre a massa corporal e o IMC, sugerem que pessoas com baixa potência aeróbia tendem a ter relativamente maiores estoques de gordura (SCHEETT et alli, 2002).

Durante o primeiro momento de exercício, a concentração de IGF-I no músculo pode realmente aumentar, assim como o IGF-I circulante na circulação sanguínea diminui, gerando um estímulo ao aumento da produção do IGF-I para suprir esta diminuição temporária, refletindo assim a importância do mecanismo autocrino e paracrino sobre o IGF-I em resposta ao treinamento (SCHEETT et alli, 2002).

As pesquisas em crianças pré-púberes vêm demonstrando uma diminuição na circulação no eixo GH-IGF-I em resposta ao exercício aeróbio. Esta supressão de GH-IGF-I ainda não está bem esclarecida pela literatura (SCHEETT et alli, 2002), contudo credita-se esta alteração aos corpos inflamatórios (IL-1 $\beta$ , IL-6 e TNF- $\alpha$ ), os quais são encontrados no soro sanguíneo em concentrações elevadas após o exercício agudo, podendo ser os responsáveis pela diminuição dos níveis de IGF-I

circulantes. No entanto, Nindl et alli (2001) indicam que os valores de IGF-I retornam aos níveis normais após uma sessão de exercício de alta intensidade seguida de uma noite de sono.

Scheett et alli (2002) identificaram em seu estudo com crianças pré-púberes, que o treinamento do tipo aeróbio diminuiu os medidores de crescimento de IGF-I e IGFBP-3, provocou elevação nos de IGFBP-2 e valores significativamente elevados dos corpos inflamatórios IL-1 $\beta$  e TNF- $\alpha$  no grupo que realizou treinamento em relação aos que não realizaram. O IGFBP-3 é responsável pela ligação do IGF-I e este pode ser responsável também pela bio-ativação do IGF-I, enquanto que o IGFBP-2 acredita-se ser responsável pela inibição da bio-ativação do IGF-I estimulando assim a elevação do cortisol. Mas, apesar deste ambiente catabólico em resposta ao treinamento aeróbio, foi identificado que as crianças com maiores ganho no VO<sub>2</sub>max foram aquelas que apresentavam taxa elevadas do agente inflamatório TNF- $\alpha$ .

Outro fator importante na quantidade de IGF-I circulante é o balanço energético durante o período de treinamento que pode influenciar nos níveis de IGF-I circulante e nos medidores de crescimento. Acredita-se que um balanço energético negativo possa ser um fator que decline os valores de IGF-I circulante e que, de certa forma, a atividade física possa ser responsável por este desequilíbrio energético (NEMET et alli, 2004). O desconhecimento de como o mecanismo do IGF-I responde à prática de atividade física, ao descanso e à alimentação necessita ser elucidado. Cuidados quanto à forma de avaliação do IGF-I circulante devem ser lembrados, pois a sua forma livre pode ser mais fisiologicamente ativa do que a sua forma ativada que, aparentemente, é grande demais para cruzar a membrana dos capilares (SCHEETT et alli, 2002; NEMET et alli, 2004).

Tsolakis et alli (2003) constataram que a influência do treinamento nos parâmetros do hormônio de crescimento não é afetada quando os indivíduos da amostra têm características antropométricas, idade biológica, crescimento e níveis hormonais similares. Entretanto Tsolakis et alli (2003) relatam uma significativa correlação existente entre o GH e os ganhos em força e potência, sendo estes afetados pela ação andrógena e anabólica gerada pela atividade física apontando assim uma possível condição de treinabilidade na infância.

Tanto a produção quanto a sensibilidade da insulina estão relacionados à prática de atividade física vigorosa. Ku et alli (2000) encontraram diferenças significativas relacionadas quanto à etnia, mas, quando a prática de atividade vigorosa em crianças brancas e negras era expressa em valores ajustados pela quantidade de gordura corporal total, a mesma diferença não se conservava para as variáveis de capacidade física e o  $VO_2$ máx.

Hansen et alli (1999) relatam que os hormônios sexuais são afetados pelo treinamento, principalmente a testosterona que está relacionada com um expressivo desenvolvimento de força em meninos. Apesar disso, independente da concentração de testosterona, os meninos praticantes de treinamento desportivo apresentavam um desenvolvimento de força muscular melhor do que os que não participavam de treinamento.

## 2.2 Potência e capacidade aeróbia durante o crescimento

Muitas vezes estes termos são utilizados de forma errônea ou por falta de entendimento da diferenciação dos termos potência e capacidade aeróbia. A potência aeróbia é a quantidade máxima de energia que pode ser gerada pelo trabalho das fibras musculares por unidade de tempo no sistema aeróbio. Enquanto que a capacidade é a energia geral disponível para desempenhar o trabalho aeróbio (MALINA e BOUCHARD, 2002, p.198).

O metabolismo aeróbio ou oxidativo é responsável pela produção de energia para atividades de longa duração e com intensidades de moderada a baixa; a energia produzida pelas vias aeróbias advém do ciclo do ácido cítrico ou ciclo de Krebs e da cadeia de elétrons, que, dependendo do substrato e com o auxílio do oxigênio, gerará um montante de energia para o sistema (WILMORE e COSTILL, 2001, p. 123).

O carboidrato que é o substrato de utilização mais rápida gera cerca de 4 kcal de energia por grama e enquanto que a gordura quando usada como substrato gera cerca de 9 kcal de energia. Quando analisados a quantidade de ATPs produzidos, as gorduras continuam produzindo maior quantidade: cerca de 129 ATPs contra 36 ATPs pelos carboidratos. Todavia se fizermos a correção pela quantidade de oxigênio utilizado pelos dois substratos, verificaremos que para a energia gerada da



relação numérica de ATPs por oxigênio a vantagem será ligeiramente maior dos carboidratos com 3,0 ATPs/ oxigênio do que observado nas gorduras de 2,8 ATPs/ oxigênio (HOUSTON, 1995, p.68).

Três indicadores do metabolismo aeróbio podem ser considerados importantes para indivíduos que fazem exercício durante o crescimento: a adaptação ao exercício prolongado ou exercício de resistência muscular, as adaptações ao exercício submáximo e o  $\text{VO}_{2\text{máx}}$ . Quando o assunto é metabolismo aeróbio, devemos lembrar que é praticamente impossível determinar a extensão da influência que o metabolismo anaeróbio exerce sobre este sistema de forma isolada e individual (VAN PRAAGH, 1998, p.44; MALINA e BOUCHARD, 2002, p.198).

Com o passar da idade, as adaptações ao exercício submáximo apresentam diferentes respostas com o amadurecimento do organismo. O consumo de oxigênio ( $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) caracteriza-se por uma pequena elevação durante o crescimento. A frequência cardíaca e a frequência respiratória por minuto caem, e a relação do consumo de oxigênio por frequência cardíaca se eleva. Portanto as respostas pulmonares e cardíacas ao exercício aeróbio, a um determinado dispêndio submáximo de potência, modificam com a idade e estão aparentemente relacionadas às mudanças na massa corporal (GEITHNER et alli, 2004).

Quanto aos exercícios prolongados, observa-se que os níveis de lactato sangüíneo em crianças tende a ser mais baixo que em adultos e uma diminuição do quociente respiratório, durante esta atividade, sugere que crianças pré-púberes oxidam mais lipídios durante o exercício prolongado do que os adultos (BOISSEAU et alli, 2000). A adaptação produzida pelo aumento na dimensão do coração, com o passar da idade, está associada a um acréscimo do volume de ejeção e débito cardíaco; sendo assim, quanto menor a idade da criança, maior compensação ao trabalho realizado surgirá na diferença arteriovenosa, ou seja, uma maior extração de oxigênio do sangue para suprir o débito cardíaco (MALINA e BOUCHARD, 2002, p.201).

Desta forma o treinamento aeróbio pode melhorar o consumo máximo de oxigênio em decorrência do aumento do débito cardíaco devido à elevação do volume sistólico (ALMEIDA e ARAUJO, 2003).

O comportamento da potência aeróbia aparentemente diminui com a idade. Estudos transversais sugerem que o  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  absoluto ( $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) aumenta com o

crescimento das dimensões corporais, mas o  $\text{VO}_2\text{máx}$  relativo ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ), que leva em consideração a massa corpórea, tende a diminuir, sendo que McMurray et alli (2002) relatam elevações de 34% e 53% para meninas e para meninos respectivamente no  $\text{VO}_2\text{max}$  absoluto ( $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e uma diminuição do  $\text{VO}_2\text{max}$  relativo ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) de 22% em meninas e 11% em meninos entre as idades de 8 a 16 anos.

Estudos quanto à estabilidade do  $\text{VO}_2\text{máx}$  durante a infância, adolescência e a fase adulta apresentam resultados estatísticos fortes, sugerindo que a potência aeróbia sofre um declínio com o passar da idade, embora este processo ocorra de forma gradativa, indicando que o componente genético tenha influência sobre o  $\text{VO}_2\text{max}$  (MALINA, 1996; JANZ et alli, 2000; McMurray et alli, 2003)

A eficiência mecânica surge como outro fator adaptativo do exercício prolongado, visto que a economia advinda do aperfeiçoamento motor e adaptações neuromotoras ao exercício proporcionará uma economia no processo de geração de energia pelo sistema aeróbio (BASSETT e HOWLEY, 2000). Uma vez que as crianças de menor idade tendem a realizar atividades com uma associação maior de movimentos e, por consequência, menor economia de energia, com o passar da idade, um presumível ganho na habilidade motora irá excluir os gestos desnecessários, que consomem energia em demasia no movimento (CAMPOS e BRUM, 2004, p.58).

A aptidão aeróbia não está relacionada apenas à eficiência mecânica, mas também ao volume máximo de oxigênio ( $\text{VO}_2\text{máx}$ ). O  $\text{VO}_2\text{máx}$  que representa a máxima captação de oxigênio que um individuo pode realizar sob um exercício fatigante (WILMORE e COSTILL, 2001, p. 140). Em função do  $\text{VO}_2\text{máx}$  ser uma das chaves para se determinar o exercício de resistência e, pelo fato das crianças e adolescentes terem dificuldades em atingirem os critérios de platô para o consumo de oxigênio, o pico de  $\text{VO}_2$ , ou o maior nível de  $\text{VO}_2$  alcançado durante o teste em exercício de exaustão é considerado mais apropriado para a determinação do potencial aeróbio em crianças e adolescentes (ARMSTRONG et alli, 1999; BAXTER-JONES et alli, 2003).

O  $\text{VO}_2\text{máx}$  demonstra um aumento linear até próximo dos 16 anos para os meninos e dos 13 anos para as meninas. Os meninos em média apresentam um  $\text{VO}_2\text{máx}$  absoluto ( $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) maior que o das meninas durante todas as idades;

mesmo com o pico de crescimento anterior ao dos meninos, as meninas, durante esse período, adquirem um  $\text{VO}_2\text{máx}$  de cerca de 85 a 90% do valor médio dos meninos e posteriormente, com a maturação dos meninos, estes valores caem para cerca de 70% do valor médio (MALINA e BOUCHARD, 2002, p.203).

Quando o  $\text{VO}_2\text{máx}$  é normatizado pela massa corporal obtemos o que chamamos de  $\text{VO}_2\text{max}$  relativo ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Mesmo realizando esta correção pela massa corporal, os meninos mantêm valores médios mais elevados para o  $\text{VO}_2\text{máx}$  do que as meninas no decorrer de toda a fase infantil e adolescência (PETTERSEN et alli, 2001; BAXTER-JONES et alli, 2003). Com o intuito de conseguir resultados esclarecedores sobre a potência aeróbia máxima durante a infância, estudos relacionaram o  $\text{VO}_2\text{máx}$  com a massa magra e observou-se que os valores de  $\text{VO}_2\text{max}$  diminuem, desde a infância até a fase adulta, quando estes são relacionados apenas com o aumento de massa magra ocorrida durante o processo maturacional (PETTERSEN et alli, 2001; MALINA e BOUCHARD, 2002, p.204).

Um índice ideal para se determinar o  $\text{VO}_2\text{máx}$  ainda não foi descoberto, levando a ser utilizado largamente, pela literatura atual, a relação entre o  $\text{VO}_2$  e a massa corporal como denominador para comparação interpessoal da potência aeróbia. Apesar do  $\text{VO}_2\text{máx}$  por quilograma não aumentar durante a infância, vários fatores apontam para uma melhora na demanda de oxigênio com o crescimento dos órgãos; talvez, em conjunto com o crescimento qualitativo do corpo, os componentes da cadeia de entrega do oxigênio possam estar sendo influenciados nesta fase da vida (ROWLAND, 1990, p.57).

Danis et alli (2003) identificaram em seu estudo com gêmeos monozigotos que nas alterações do  $\text{VO}_2\text{máx}$  relacionado à massa corporal, são atribuídos ao treinamento cerca de 35% de sua variação, sendo o restante 45% a fatores hereditários e 20% a interação entre treinamento e fatores genéticos.

Os determinantes do progresso do sistema aeróbio durante o crescimento são bastante discutidos, pois vários aspectos estão relacionados com o ganho aeróbio, como o sistema cardiovascular, o sistema pulmonar, a musculatura esquelética, a atuação neuromuscular, termorregulação, os substratos utilizados, economia em exercícios submáximos. Muito provavelmente o conjunto desses fatores pode influenciar no desempenho aeróbio, sendo que qualquer alteração em qualquer uma

das estruturas envolvidas no processo, gerará uma propensão à perda de eficiência do sistema aeróbio (CAMPOS e BRUM, 2004, p.62).

A função dos pulmões sempre foi considerada conectada com a cadeia de entrega do oxigênio. Portanto a ventilação máxima ( $V_{E\text{máx}}$ ) realizada pelos pulmões no decorrer do exercício em crianças e adultos segue um paralelo com  $VO_2\text{max}$  absoluto, progredindo com a idade até por volta dos 20 a 25 anos. Entretanto quando estes valores são mensurados por massa corporal permanecem estáveis durante toda a infância e adolescência e decaem na idade adulta.

Pelo fato das crianças ventilarem mais para poderem suprir sua necessidade de oxigênio comparada com adultos, elas apresentam um elevado valor no equivalente respiratório por oxigênio ( $V_E/VO_2$ ), evidenciando assim uma menor eficiência ventilatória. Por sua vez o decréscimo da  $V_E/VO_2$  da infância para a idade adulta, leva-nos a crer que os fatores maturacionais influenciam na economia da respiração durante o exercício (ROWLAND, 1990, p.58).

As taxas mitocondriais e fibrilar pouco diferem entre crianças e adultos, sugerindo que o aumento das proteínas causadas pelo crescimento e a maturação estão em paralelo com o aumento do tamanho e número de mitocôndrias; sendo assim, estes não são fatores que possam limitar o desempenho aeróbio (BOISSEAU et alli, 2000). Já a concentração de hemoglobina no sangue varia com a idade, uma vez que as crianças podem apresentar, por volta dos 10 anos de idade, valores referentes a 72% dos valores encontrados em homens e de 96% em mulheres; sendo assim a concentração de hemoglobina pode ser outro fator da cadeia de entrega de oxigênio que, com o crescimento e desenvolvimento da criança, afetam a sua capacidade aeróbia (ROWLAND, 1990, p.62).

Nas crianças as tarefas aeróbias são realizadas com desempenho satisfatório, mas passíveis de fadiga quando forem prolongadas e de alta intensidade, provavelmente ocasionada pelas limitações do volume de ejeção decorrente da imaturidade do sistema cardiovascular, indicando que a capacidade aeróbia das crianças depende diretamente do crescimento do coração (WILMORE e COSTILL, 2001, p. 538).

O crescimento do coração, por sua vez, está relacionado com o tamanho corporal; dessa forma os meninos tendem a ter maiores volumes de coração quando comparados com as meninas. Aparentemente o maior volume cardíaco em jovens

praticantes de modalidades esportivas, deve-se ao fato de ocorrerem adaptações ao treinamento que aumentam o diâmetro do ventrículo esquerdo, a espessura das paredes e, por consequência, uma diminuição da frequência cardíaca em repouso (MALINA e BOUCHARD, 2002, p.434).

A variação na frequência cardíaca em repouso associada ao exercício parece estar relacionada à ativação do sistema nervoso autônomo, sendo que, no início do exercício, o aumento da frequência cardíaca ocorre devido à inibição da ativação vagal, além da velocidade de ativação da onda de despolarização ventricular advinda do nodo átrio ventricular. Após o estágio inicial, a continuidade do exercício implica na elevação progressiva da frequência cardíaca devido a vários fatores como: a superestimulação adrenérgica no nódulo sino atrial, aumento da noroepinefrina sangüínea, a distensão atrial em decorrência da elevação do retorno venoso e do aumento da temperatura e extração do oxigênio (ALMEIDA e ARAUJO, 2003; NAGAI et alli, 2004).

A combinação entre a redução da quantidade de contrações do coração e a manutenção no nível do volume de ejeção, diminuem o trabalho cardíaco, e este pode ser um importante fator na prevenção contra um mau funcionamento cardíaco e as prováveis alterações na resposta ao exercício submáximo (NAGAI et alli, 2004).

As alterações no consumo máximo de oxigênio devido ao treinamento aeróbio parecem estar mais relacionadas à sensibilidade dos baroflexores cardíacos do que com a idade (ALMEIDA e ARAUJO, 2003).

Como o crescimento e desenvolvimento humano estão ligados a fatores genéticos, estes podem ter um papel relevante na resposta ao treinamento aeróbio das crianças e, se levarmos em conta que existe uma grande variação intra-indivíduos geneticamente, os fatores genéticos podem vir a maquiar as respostas do organismo ao treinamento infantil (BAXTER-JONES et alli, 2003).

### 2.3 Potência e capacidade anaeróbia durante o crescimento

Muitas das atividades realizadas pelas crianças são movimentos rápidos e de alta intensidade para cuja realização a produção de energia anaeróbia torna-se importante. O exercício anaeróbio caracteriza-se pela utilização da via bioquímica

para a geração de ATP, não necessitando da utilização do oxigênio para a geração de energia (MALINA e BOUCHARD, 2002, p. 210).

A energia para a contração muscular pode ser fornecida por duas vias anaeróbias: a via anaeróbia alática e a via anaeróbia láctica ou glicolítica. A via anaeróbia alática produz energia a partir da quebra da fosforocreatina ligada ao ATP. Esta via metabólica possui uma alta potência, contudo uma capacidade total limitada a poucos segundos, devido à pequena quantidade de ATP-CP armazenado pelo músculo (CAMPOS e BRUM, 2004, p. 68).

As concentrações de ATP do tecido muscular não diferem entre crianças, adolescentes e adultos em repouso e se aproximaram de 5 mmol/kg de músculo (ERIKSSON E SALTIN, 1974; ERIKSSON, 1980), contudo concentrações possivelmente menores dos estoques de fosfagênio e a menor massa muscular podem ser indicadas como possíveis razões do rendimento inferior em crianças nas provas de potência anaeróbia (INBAR e BAR-OR, 1986).

Com a manutenção da intensidade elevada do estímulo e, por consequência, o aumento da demanda energética, o organismo começa a utilizar a via anaeróbia láctica para suprir esta necessidade. A partir do glicogênio muscular o corpo começa a gerar energia através de seis reações químicas principais (PRADO, 1999), quando então o glicogênio muscular é quebrado até se formar o ácido pirúvico. Com a baixa concentração de oxigênio e a alta concentração de ácido pirúvico, este é convertido em ácido láctico como resultado final da produção energética anaeróbia em adultos (WILMORE e COSTILL, 2001, p. 122).

Contudo em crianças esta premissa não parece pertinente, pois crianças apresentam valores menores que adultos de lactato sanguíneo em atividades de alta intensidade. Em crianças, há relatos de altos níveis da enzima oxidativa succinate dehidrogenase (SDH) e isocitrate dehidrogenase (ICDH) circulantes, além de uma relação PFK para ICDH de (0,88) enquanto que, em adultos, esta relação apresenta-se em (1,63); isso indica uma ótima oxidação do piruvato em indivíduos jovens, sugerindo que crianças são mais capazes do que os adultos de mobilizarem mais rapidamente o sistema aeróbio durante as atividades físicas mais intensas (BERG et alli, 1986).

Zanconato et alli (1993), Kuno et alli (1995) e Armstrong et alli (2001) demonstraram que crianças pré-púberes e púberes são menos capazes de alcançar

a refosforização do ATP pelo metabolismo anaeróbio durante exercícios de alta intensidade, fator este resultante tanto da imaturidade do mecanismo glicolítico do músculo, como dos diferentes padrões de recrutamento de fibras musculares. Boisseau e Delamarche (2000) afirmam que provavelmente não seria razoável apontar a distribuição de fibras como sendo o principal fator limitante, mas sim a imaturidade do sistema anaeróbio em produzir energia.

Esta imaturidade biológica pode ser explicada pela baixa quantidade de enzimas anaeróbicas do tipo lactato desidrogenase e a phosphorofrutoquinase (PFK). A PFK é uma enzima conhecida como ativadora da velocidade da reação da glicose (PRADO, 1999), sendo que a diferença na taxa da PFK entre crianças e adultos pode chegar a ser até de 50%, sugerindo uma melhor oxidação do piruvato por parte das crianças, pelo sistema aeróbio, do que em adultos, aparentemente relacionada à menor velocidade de quebra da glicose, provavelmente ligada à enzima PFK em crianças, favorecendo desta forma os baixos valores de concentração de lactato muscular e sangüíneo apresentado pelas crianças (BOISSEAU et alli, 2000).

O estudo realizado por Schiffrin e Colle (1989) demonstrou que crianças têm uma capacidade menor de estocar glicogênio nos músculos e fígado do que adultos, mostrando que crianças apresentam cerca de 50 a 60% da capacidade de reserva de glicogênio muscular total dos adultos, podendo este fator influenciar no desempenho anaeróbio máximo das crianças. O desempenho anaeróbio máximo aparentemente é pertinente ao tamanho corporal, especialmente à massa magra e ao tamanho muscular, portanto, parte da variação associada à idade e ao gênero sexual tem uma probabilidade maior de estar relacionada à massa muscular do que com qualquer outro fator (BOISSEAU et alli, 2000; MALINA e BOUCHARD, 2002, p.210).

Durante o exercício de alta intensidade, o sistema simpático adrenal e as catecolaminas afetam a mobilização dos substratos utilizados durante o exercício (GALBO, 1986). O exercício anaeróbio intenso aumenta mais os níveis de catecolaminas do que exercícios aeróbios prolongados tanto em adultos como em crianças, observando que a adrenalina vem demonstrando ser um potencial estimulador da glicolise muscular retornando a concentração basal mais

rapidamente, enquanto que a noradrenalina permanece elevada por várias horas após o exercício (WILMORE e COSTILL, 2001, p. 164).

A maior parte dos estudos sobre hormônios esteróides em crianças em crescimento usa a testosterona e o estradiol como sinalizadores para a atividade androgênica e estrogênica. Os níveis de testosterona e estradiol são relativamente baixos durante a infância e não diferem em gênero sexual. O estradiol nas meninas a partir dos 8 a 10 anos de idade apresenta uma elevação gradativa que se acentua com a idade. A testosterona em circulação aumenta nos meninos por volta dos 10 a 12 anos de idade e eleva-se rapidamente com a idade. Os níveis de testosterona nas meninas e o de estradiol nos meninos também apresentam uma ligeira elevação com a idade.

Hansen et alli (1999) demonstraram em estudo longitudinal com crianças de 11 anos, participantes de treinamento de futebol, pelo menos três vezes por semana, que existe uma significativa e positiva relação entre o desenvolvimento dos parâmetros de força e a concentração de testosterona sanguínea e do fator de crescimento como a insulina (IGF). Eles afirmaram ainda que o crescimento por si não explica os ganhos de força, pois em meninos pré-púberes e púberes a força aumenta mais rapidamente do que a altura, sendo mais provável que uma inter-relação entre vários fatores como idade, estatura, massa corporal, tamanho muscular e maturação dos sistemas endócrinos e neurais seja a resposta para o ganho de força ocorrido durante a infância com o treinamento.

Em meninas, Arnett et alli (2000) compararam os níveis de estradiol e creatina kinase antes da menarca, na fase adulta e após a menopausa e descobriram que os níveis de estradiol não influenciam a concentração de creatina kinase durante o exercício, mas sim após o seu término, quando o estradiol aparentemente assume um papel antioxidante na mulher. Mas este efeito não ocorre em meninas antes da menarca e nas mulheres após a menopausa.

Na prática de exercícios físicos, aparentemente as atividades de alta intensidade por um período de tempo de 10 a 15 segundos, que utilizem com substrato principal o ATP-CP, podem ser realizadas pelas crianças sem restrições, uma vez que os níveis de ATP-CP não diferem durante as fases de crescimento. Entretanto as atividades entre 15 segundos a 2 minutos, com intensidades elevadas, devem apresentar alguma dificuldade para a criança manter a intensidade durante a



sua realização, devido à imaturidade do sistema glicolítico, sendo necessário bastante cuidado e uma iniciação progressiva em jovens atletas. Contudo é importante lembrar que a baixa concentração de lactato e o bom funcionamento do sistema aeróbio são fatores que devem facilitar a recuperação a estes estímulos mais intensos na infância (BOISSEAU et alli, 2000).

### 3.0 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A amostra foi composta por 35 crianças pré-púberes do sexo masculino iniciantes na modalidade de corridas. Os grupos foram formados por crianças do município de Curitiba, constituindo, como descrito por Baquet et alli (2003), uma amostra não aleatória, pois foi formada por indivíduos motivados a participarem do estudo. Inicialmente foi enviada aos pais uma carta-convite para a participação da criança, contendo informações pertinentes ao estudo, uma breve explicação sobre a pesquisa, os testes a serem realizados, e a solicitação do seu consentimento para a criança fazer parte da amostra (Anexo 1).

Para participar do estudo, as crianças foram convidadas através das Instituições de Ensino e Associações Esportivas de Curitiba - Paraná. Os grupos foram distribuídos de forma aleatória, de maneira que 12 alunos voluntários realizaram o tipo de treinamento "A", com intensidade de treinamento aeróbio igual ou superior a 70% da frequência cardíaca reserva, configurou-se o grupo "A" (GA). Já outros 12 alunos voluntários realizaram o tipo de treinamento "B", com intensidade igual a 50% da frequência cardíaca reserva, configurou-se o grupo "B" (GB).

O grupo controle (GC) foi formado por outros 11 alunos, para os quais não foi estipulado qualquer treinamento e que foram estimulados a manterem suas atividades diárias normais, realizando-se apenas as avaliações de pré e pós-teste.

Para o cadastro das crianças no experimento, os pais ou os responsáveis preencheram uma ficha previamente numerada, com os dados de identificação da criança, data de nascimento, endereço residencial, telefone para contato e o termo de consentimento de participação. Fizeram parte deste estudo somente crianças cuja prática desportiva tivesse ocorrido 6 meses antes da sua adesão ao grupo, o que foi verificado através de uma anamnese preenchida pelos pais (Anexo 2).

Na constituição dos grupos, foi mensurado o nível de atividade física habitual descrita por Bouchard et alli (1983), de maneira a se ter um controle dos hábitos cotidianos das crianças participantes da amostra (Anexo 3), e o estágio pré-púbere de maturação sexual secundária de acordo com Tanner (1969) (Anexo 4). Para

assegurar as condições de saúde, as crianças passaram por uma avaliação médica que consistiu em um exame físico, com avaliação clínica dos sistemas cardio-respiratório, osteomuscular e anamnese, com a qual foi observada a história mórbida atual e pregressa do avaliado, além da sua história familiar (Anexo 5).

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, conforme a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde envolvendo pesquisas em seres humanos.

### 3.2 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

#### 3.2.1 Variáveis antropométricas e composição corporal

Após a seleção dos participantes do estudo, seguindo os controles propostos, as crianças foram ao laboratório na data marcada, previamente definido com seus responsáveis, para a primeira avaliação.

Para a caracterização da amostra, inicialmente foram coletados dados de massa corporal, estatura, IMC e percentual de gordura corporal. A massa corporal foi mensurada utilizando-se uma balança marca "FILIZOLA", com precisão de 100 gramas; as crianças foram avaliadas em roupas leves e descalças (DOCHERTY, 1996, p. 27).

A estatura foi mensurada utilizando-se uma fita métrica flexível com escala de medida de 0,1 cm. Foi pedido para que as crianças ficassem posicionadas de costas para a parede onde a fita métrica foi afixada. A medida foi tomada na maior distância do chão até o vértex da cabeça, por meio de um triângulo reto, de forma a posicioná-lo sobre a cabeça do avaliado e foi considerado o ponto mais elevado (DOCHERTY, 1996, p. 28). Posteriormente, com as mensurações da massa corporal e da estatura, calculou-se o Índice de Massa Corporal (IMC) ou índice de Quetelet obtido através da razão massa/ estatura <sup>2</sup> (ACSM, 2003).

Quanto ao percentual de gordura corporal, foi utilizada a equação desenvolvida por Slaughter et alli (1988); para os meninos em dois pontos anatômicos: medida a dobra cutânea de tríceps e panturrilha medial.

Na mensuração foi utilizado um plicômetro científico marca CESCORF com

escala de 0,1 mm. Os pontos de reparo conforme sugerido pelo ACSM (2003) foram: tricipital - dobra cutânea vertical, na linha média posterior do braço, na metade da distância entre a borda súpero-lateral do acrômio e o olecrânio; panturrilha medial - dobra cutânea vertical, ao nível da circunferência máxima da panturrilha na linha média de sua borda medial. Portanto a seguinte equação foi utilizada:  $S_2 =$  somatório das dobras tricipital e panturrilha medial em milímetros : % de gordura =  $0,735 (S_2) + 1$ .

### 3.2.2 Maturação Sexual (auto-avaliação de Tanner)

A avaliação da maturação sexual secundária foi um processo utilizado para assegurar que todas as crianças se encontrassem no estágio maturacional pré-púbere no início e no término da pesquisa.

O grau de maturação sexual secundária foi avaliado através do método de Tanner. Quanto aos estágios maturacionais, estes se dividem de 1 a 5, sendo que o estágio 1 é quando a criança se encontra no nível considerado pré-púbere e o outro extremo, o estágio 5, quando o processo maturacional está finalizado (DOCHERTY, 1996, p. 151).

O exame foi aplicado em forma de auto-avaliação da pilosidade pubiana, que é considerado um processo simples realizado pela própria criança (anexo 4), compreendendo a identificação do estágio atual de desenvolvimento das características sexuais secundárias dos pêlos pubianos, como sugerido por Martin et alli (2001).

A concordância entre a auto-avaliação da maturação sexual e a avaliação física tange os 89% nos meninos (pilosidade pubiana) em estudo realizado com adolescentes brasileiros (MATSUDO E MATSUDO, 1994). A comparação da auto-avaliação da pilosidade pubiana em meninos, com a avaliação do desenvolvimento genital e com a avaliação médica apresentou uma correlação moderada (0,61 e 0,53); dessa forma a auto-avaliação demonstrou ser satisfatória para a determinação do estágio maturacional para o sexo masculino (MARTIN et alli, 2001).

### 3.2.3 Nível de Atividade Física Habitual

Para mensurar o nível de atividade física habitual diária, foi utilizado o recordativo de gasto energético diário, desenvolvido por Bouchard et alli (1983). Este consiste em uma ficha composta por três dias semanais (dois dias da semana: a segunda-feira e a terça-feira e um final de semana, o sábado) onde foram registradas, a cada 15 minutos, as atividades diárias predominantes da criança (anexo 3). Assim foi possível saber o nível de atividade física habitual, através de uma escala de atividade que variava entre 1 e 9, sendo calculado o seu equivalente energético de acordo com a escala e o resultado expresso em  $\text{kcal}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Esse instrumento foi desenvolvido na forma de auto-avaliação com crianças a partir de 10 anos de idade, com confiabilidade de 0,91 em crianças (KRISKA e CASPERSEN, 1997), mas o recordativo foi respondido pela criança e preenchido pelo avaliador, em forma de entrevista, cabendo ao entrevistador a classificação das atividades (MACHADO, 2002).

Uma vez preenchidos todos os espaços do recordatório, contou-se os 96 códigos que compreendem as 24 horas do dia, multiplicando pelos seus respectivos gastos energéticos. Obtendo desta maneira o gasto energético de cada dia separadamente, pôde-se calcular a média dos 3 dias da semana, na qual a unidade de medida é em quilocalorias por massa corporal total por dia ( $\text{kcal}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).

Desta maneira controlou-se o nível de atividade física habitual dos participantes da pesquisa. Um fator importante era que este fosse uniforme entre os grupos no início da pesquisa.

### 3.2.4 Potência aeróbia ( $\text{VO}_2\text{máx}$ )

A seleção do protocolo de exercício para a criança, de acordo com Rowland (1993, p. 21), deve seguir alguns parâmetros, como: o teste não deve ser longo em demasia, o autor sugere que o teste ideal dure entre 8 e 12 minutos; deve promover gradativa elevação nos estágios submáximos de maneira uniforme, tanto na distância quanto no aumento de carga; além de o teste ser reprodutivo, seguro e adaptado a crianças de acordo com a idade, tamanho e nível de aptidão física, deve viabilizar a possibilidade de acompanhamento de outras variáveis fisiológicas, tais

como, pressão arterial, oximetria e monitoramento cardíaco.

Para a mensuração do  $\text{VO}_2\text{máx}$  ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) foi utilizado o teste vai-vem de 20 metros. Este teste indireto consiste em percorrer indo e vindo a distância demarcada de 20 metros entre duas linhas ao ritmo do sinal sonoro. A velocidade inicial do teste é de  $8,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , sendo a velocidade de corrida aumentada em  $0,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a cada minuto do teste de acordo com o ritmo sonoro. O teste termina quando o indivíduo não foi mais capaz de seguir o ritmo sonoro e/ou completar a distância demarcada, quando se anota o último estágio completado pelo avaliado e se determina a velocidade máxima alcançada no teste. Este teste apresenta uma confiabilidade de  $r= 0,89$  para crianças (LÉGER et alli, 1988). Na tabela 1 são apresentadas as especificações na realização do teste.

Tabela 1. Especificações para realização do teste de 20m.

Estágio N°	Velocidade (km/h)	N° idas/voltas (completadas por estágio)
1	8,5	7
2	9,0	8
3	9,5	8
4	10	8
5	10,5	9
6	11	9
7	11,5	10
8	12	10
9	12,5	10
10	13	11
11	13,5	11
12	14	12
13	14,5	12
14	15	13
15	15,5	13
16	16	13
17	16,5	14
18	17	14
19	17,5	15
20	18	15

A determinação do volume máximo de oxigênio se dá através da equação:

$$Y = 31,025 + 3,238X - 3,248Z + 0,1536XZ$$

onde  $Y = \text{VO}_2\text{máx}$  ( $\text{ml/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ ),  $X$  = velocidade em  $\text{km/h}$  (no estágio atingido ao final do teste),  $Z$  = idade (anos).

Um item de extrema importância é o critério de obtenção do esforço máximo, pois este nos permite identificar uma desistência prematura do teste pela criança. Os fatores considerados para a obtenção do esforço máximo pelas crianças foram: a) frequência cardíaca superior a 195 batimentos por minuto; b) visível exaustão ou perda dos padrões de movimentação.

Se os dois critérios acima descritos foram alcançados, o resultado foi aceito para o trabalho como valor máximo da capacidade aeróbia (JOHNSON et alli, 2000; WILLIAMS et alli 2000; PETTERSEN et alli, 2001; ELIAKIM et alli, 2001; BAQUET et alli, 2002).

### 3.2.5 Frequência Cardíaca de Reserva

Para a mensuração da frequência cardíaca, foi utilizado o freqüencímetro da marca polar modelo A3. A frequência cardíaca repouso foi avaliada antes do teste ergométrico com a criança ficando deitada em repouso por cerca de dez minutos e a menor frequência obtida foi considerada. Quanto à frequência cardíaca máxima, foi adotada a maior frequência durante o esforço no teste da potência aeróbia; quanto ao cálculo do percentual da frequência cardíaca de reserva, fez-se pela fórmula matemática (ACSM, 2003, p. 98):  $\text{FCR} = (\text{FC}_{\text{máx}} - \text{FC}_{\text{repouso}})$

### 3.2.6 Potência Anaeróbia Máxima

Para se determinar a potência anaeróbia das crianças, foi utilizado o teste de Wingate, adotando o protocolo descrito por Inbar et al (1996, p. 9). O protocolo do teste consiste em um aquecimento no ciclo ergômetro por um período de 2 a 4 minutos, com alternância de 2 ou 3 tiros de 4 a 8 segundos, com o intuito de promover uma maior especificidade fisiológica e adaptação motora ao movimento. A

freqüência cardíaca não deve ser superior a 160 batimentos por minuto e um descanso de 3 a 5 minutos deve ser realizado para se eliminar qualquer associação de fadiga advinda do aquecimento.

Foi utilizada uma bicicleta ergométrica da marca CEFISE na realização do teste. O teste teve o seu início quando o avaliado recebeu o comando para começar a pedalar contra uma baixa resistência de forma a alcançar a máxima aceleração; então uma contagem de 4 segundos de maneira decrescente foi o sinal para a aplicação da carga. A carga empregada neste estudo foi de 0,075 ( $\text{kp} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), ou seja, 7,5% do peso corporal da criança visto que tal carga apresenta larga utilização em pesquisas recentes com crianças na literatura (RIVERA-BROWN et alli, 2000; ARMSTRONG et alli, 2001; ALMARWAEY et alli, 2003). A mesma carga também é utilizada em crianças portadoras de doenças, como fibrose cística e asma (BOAS et alli, 1999; COUNIL et alli, 2003).

O avaliado foi encorajado durante todos os 30 segundos do teste de maneira a realizar o esforço máximo durante todo o teste. A volta à calma se deu com uma pedalada leve por 2 a 3 minutos.

O teste de Wingate tem a duração de 30 segundos e o maior valor obtido entre 3 e 5 segundos é denominado de pico de potência anaeróbia e a média da potência, sustentada durante os 30 segundos de teste, como resistência da potência anaeróbia. O teste apresenta uma fidedignidade para o pico de potência de  $r=0,94$  e para a resistência da potência média de  $r=0,98$  (INBAR et alli, 1996, p. 25). Os testes de Wingate foram realizados 48 horas após o teste de potência aeróbia.

### 3.3 Programa de Treinamento

Baquet et alli, (2003) preconizam que um bom programa de treinamento é determinado pela delimitação da intensidade do exercício, duração e distância percorrida durante o programa, a freqüência de sessões e o desempenho físico inicial dos participantes da amostra.

Seguindo estas diretrizes, as crianças realizaram seu treinamento na pista de treinamento da Associação São João Del Rey em Curitiba. Os grupos foram treinados por um período de 02 meses (8 semanas) e realizaram treinos 03 vezes por semana, totalizando 24 sessões de treinamento de, em média, 1 hora por dia,



sendo que cada grupo treinou cerca de 30 minutos na intensidade determinada. De acordo com o estudo de Baquet et alli (2003), este programa de treinamento aparenta ser o que melhor otimiza os ganhos no pico de  $\text{VO}_2$  em crianças.

Portanto, o treinamento dividiu-se da seguinte forma: a) aquecimento distribuído em corrida leve, alongamento e técnica de corrida; b) o treinamento com a intensidade específica para cada grupo; c) volta calma e alongamento.

A intensidade de treinamento foi distribuída de maneira que o grupo "A" (GA) realizou o treinamento "A" igual ou superior a 70% da frequência cardíaca reserva, enquanto que o grupo "B" (GB) utilizou uma carga de treinamento "B" de 50% da frequência cardíaca de reserva durante as sessões (WILLIAMS et alli, 2000; EPSTEIN et alli, 2001; OBERT et alli, 2003; BAQUET et alli, 2003).

A diferença entre as cargas de treinamento se deve a dois fatores: o primeiro, de que o erro de avaliação do equipamento da frequência cardíaca máxima pode ser de  $\pm 10$  batimentos por minuto ( $\text{b} \cdot \text{min}^{-1}$ ); segundo, a variação entre indivíduos é de  $\pm 6 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$ . Dessa forma, os indivíduos que treinaram no grupo "A" não realizaram exercícios inferiores aos do grupo "B" que, por sua vez, não realizaram exercícios superiores ao programado para o grupo "A" (BOUDET et alli, 2002; ACSM, 2003, p.77).

O monitoramento da frequência cardíaca vem sendo utilizado como meio de estimativa da quantidade de atividade física, intensidade do exercício e na determinação indireta do gasto energético, tanto em adultos como em crianças devido à relação linear entre o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca (TREUTH et alli, 1998; SIRARD e PATE, 2001; WILMORE e COSTILL, 2001, p.621; MANDIGOUT et alli, 2002; COUNIL et alli, 2003).

Usando este critério, a intensidade de treinamento dos grupos foi controlada através da frequência cardíaca de reserva (FCR), que apresenta similaridade com o consumo de oxigênio (ACSM, 2003, p. 98). Foi utilizado o método de Karvonen (citado por ACSM, 2003) na prescrição do treinamento, adotando-se como percentagem da FCR a seguinte equação:  $\%FCR_{\text{treinamento}} = [(FC_{\text{max}} - FC_{\text{repouso}}) \times \%FCR_{\text{intensidade}}] + FC_{\text{repouso}}$ .

Determinou-se o treinamento do grupo "A" superior a 70% da FCR e o grupo "B" de 50% da FCR. De acordo com Pollock (1998) esta intensidade de treinamento do grupo GA pode ser considerada moderada a intensa, a do grupo GB como leve.

Comparativamente com a FC<sub>máx</sub> as intensidades de treinamento praticado pelo GA correspondem a cerca 80% FC<sub>máx</sub> e a GB a cerca 70% FC<sub>máx</sub> (ACSM, 2003, p. 74). Epstein et alli (2001) apontam que a intensidade de 50% da FCR seja suficiente para crianças obterem ganhos na aptidão aeróbia.

Durante todos os testes e no monitoramento da intensidade do treinamento, foram utilizados os monitores de frequência cardíaca da marca Polar A3 ou 610 que consistem em uma fita colocada no indivíduo à altura do peito e um monitor no pulso. A frequência foi gravada a cada 15 segundos durante todos os testes e treinamentos, sendo posteriormente transmitida para o software Polar *Precision Performance SW 3.0* e/ou anotadas para serem visualizadas em forma de gráficos o comportamento da FC e análise dos dados.

O tipo de treinamento foi dividido de maneira uniforme entre o treinamento intervalado e o contínuo, alternando um dia para o intervalado e outro dia para o contínuo, assim sucessivamente, até o final do período de treinamento. Utilizou-se, portanto, o que a literatura denomina como treinamento misto e igualitário (MANDIGOUT et alli, 2001).

### 3.4 Caracterização do estudo e tratamento estatístico

De acordo com o objetivo deste estudo, podemos categorizá-lo como quase-experimental. A variável independente foi o programa de treinamento aeróbico controlado em duas intensidades (treinamento com intensidade igual ou superior a 70% da FCR e treinamento intensidade igual a 50% da FCR) e as variáveis dependentes, a potência aeróbia e anaeróbia. A amostra foi composta pelos interessados em participar do estudo e foram divididos de forma aleatória em três grupos, configurando-se um delineamento de grupo controle não equivalente (CAMPBELL e STANLEY, 1966; THOMAS e NELSON, 2002).

#### Delineamento com grupo controle não equivalente

GA <sub>1</sub>	Ta	GA <sub>4</sub>
GB <sub>2</sub>	Tb	GB <sub>5</sub>
GC <sub>3</sub>		GC <sub>6</sub>

Com este delineamento comparamos os grupos que receberam o treinamento GA e GB com o grupo controle GC. Para caracterização da amostra, foi utilizada a análise descritiva dos dados, o teste de homogeneidade foi realizado e posteriormente uma análise de variância 2x3 para medidas repetidas e *post hoc* Tukey com nível alpha estipulado em 0,05.

Algumas variáveis intervenientes foram controladas com o intuito de aumentar a validade interna da pesquisa e assim minimizar os fatores que pudessem vir a influenciar os resultados, como maturação, nível de atividade física habitual, intensidade do treinamento, testagem, instrumentação e tempo de prática desportiva dos participantes da amostra inferior a seis meses.

## 4.0 RESULTADOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Foram coletados dados de 35 crianças que realizaram todas as avaliações de pré e pós-teste e participaram do treinamento integralmente entre o período de Abril a Junho de 2005. São apresentados nas tabelas 2 e 3 os valores médios da idade decimal, nível de atividade física habitual (NAFH) e das variáveis antropométricas; não ocorreram diferenças significativas para estas variáveis caracterizando a homogeneidade dos grupos.

**Tabela 2.** Resultados das médias e desvios-padrão da idade decimal e nível de atividade física habitual (NAFH).

	Idade Decimal (anos)	Idade Decimal (anos)		NAFH (Kcal·kg <sup>-1</sup> ·dia <sup>-1</sup> )	NAFH (Kcal·kg <sup>-1</sup> ·dia <sup>-1</sup> )	
	Pré - teste	Pós - teste	<b>Média Geral</b>	Pré - teste	Pós - teste	<b>Média Geral</b>
Grupo "A"	9,68	9,84	<b>9,76</b>	43,84	44,97	<b>44,40</b>
≥70%	± 0,4	± 0,4	± <b>0,4</b>	± 3,30	± 3,93	± <b>3,61</b>
Grupo "B"	9,34	9,50	<b>9,42</b>	44,80	44,65	<b>44,72</b>
=50%	± 0,4	± 0,4	± <b>0,4</b>	± 2,81	± 2,91	± <b>2,86</b>
Grupo "C"	9,79	9,95	<b>9,87</b>	44,21	42,49	<b>43,35</b>
Controle	± 0,4	± 0,4	± <b>0,4</b>	± 3,27	± 3,32	± <b>3,29</b>
<b>Média</b>	<b>9,60</b>	<b>9,76</b>		<b>44,28</b>	<b>44,03</b>	
<b>Geral</b>	± <b>0,4</b>	± <b>0,4</b>		± <b>3,12</b>	± <b>3,38</b>	

Os valores médios dos grupos no pré-teste e pós-teste apresentados na tabela 2, quanto ao nível de atividade física habitual ( $44,28 \pm 3,12$  e  $44,03 \pm 3,37$  Kcal·kg<sup>-1</sup>·dia<sup>-1</sup>), são considerados ativos como proposto pela literatura (CALE, 1994; BRUM, 2004), o que de certa forma pode estar associado aos valores encontrados no início do estudo para a potência aeróbia, uma vez que diversas pesquisas apontam que adolescentes com maiores NAFH apresentam valores de aptidão física

elevados (PINHO e PETROSKI, 1997; BERKEY et alli, 2000; BRUM et alli, 2004).

**Tabela 3.** Resultados das médias e desvios-padrão para as variáveis antropométricas de massa corporal e estatura.

	Massa corporal (Kg)	Massa corporal (Kg)		Estatura (cm)	Estatura (cm)	
	Pré - teste	Pós - teste	Média Geral	Pré - teste	Pós - teste	Média Geral
Grupo "A"	28,06	29,94	<b>29,00</b>	133,83	134,40	<b>134,11</b>
≥70%	± 3,99	± 4,03	± <b>4,01</b>	± 1,98	± 1,93	± <b>1,95</b>
Grupo "B"	28,95	31,01	<b>29,98</b>	135,75	136,09	<b>135,92</b>
=50%	± 4,29	± 5,08	± <b>4,68</b>	± 1,98	± 1,93	± <b>1,95</b>
Grupo "C"	31,26	33,53	<b>32,39</b>	136,09	137,01	<b>136,55</b>
Controle	± 3,14	± 3,52	± <b>3,33</b>	± 2,07	± 2,01	± <b>2,04</b>
<b>Média</b>	<b>29,42</b>	<b>31,49</b>		<b>135,22</b>	<b>135,83</b>	
<b>Geral</b>	± <b>3,80</b>	± <b>4,21</b>		± <b>2,01</b>	± <b>1,95</b>	

Nos resultados da tabela 3, podemos observar que entre os grupos não foram encontradas diferenças significativas nas variáveis antropométricas. Contudo, mesmo sendo bastante próximos os valores da massa corporal e estatura no pré e pós-teste, as alterações encontradas evidenciam que as crianças continuaram em seu processo de crescimento físico durante o período de treinamento (MALINA e BOUCHARD, 2002, p. 262).

## 4.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL

### 4.2.1 Índice de Massa Corporal

Para o IMC, o resultado da análise de variância não indicou significância para o grupo de treinamento  $F(1,2,32) = 2,53$ ,  $p = 0,09$ , para o período de testagem houve significância  $F(1,2,32) = 72,48$ ,  $p = 0,00001$ . Não foi encontrada diferença de significância para a interação  $F(1,2,32) = 0,028$ ,  $p = 0,97$  (Tabela 4).

**Tabela 4.** Médias e desvios-padrão do índice de massa corporal entre os grupos de treinamento no pré-teste e pós-teste.

	Pré - teste	Pós - teste	Média Geral
Grupo "A" (n=12) $\geq 70\%$ FCR	15,66 $\pm$ 0,45	16,55 $\pm$ 0,47	16,10 $\pm$ 0,46
Grupo "B" (n=12) = 50%FCR	15,63 $\pm$ 0,45	16,55 $\pm$ 0,47	16,08 $\pm$ 0,46
Grupo "C" (n=11) Controle	16,92 $\pm$ 0,47	17,88 $\pm$ 0,50	17,40 $\pm$ 0,48
Média Geral	16,07 $\pm$ 0,46	16,99 $\pm$ 0,48*	

\* diferença entre pré-teste e pós-teste,  $p < 0,05$ .

Os resultados indicaram que o IMC não diferiu entre os grupos de treinamento, e os valores encontrados caracterizam a amostra como eutrófica. Os valores de IMC desta amostra se encontram abaixo do percentil 85 para sobrepeso estabelecido por Anjos et alli (1998) para essa faixa etária da população brasileira. Entretanto, após oito semanas, o IMC apresentou elevação em todos os grupos diferindo entre o pré-teste (16,07 Kg·m<sup>2</sup>) e o pós-teste (16,99 Kg·m<sup>2</sup>). Este fato já era esperado, uma vez que a literatura aponta para um aumento gradativo da estatura e da massa corporal durante a infância, antes do início da puberdade, sendo que estes dois fatores são utilizados no cálculo do IMC (MALINA e BOUCHARD, 2002, p. 267).

#### 4.2.2 Percentagem de Gordura Corporal

Para o percentual de gordura (%G), o resultado da análise de variância apresentou significância entre os grupos de treinamento  $F(1,2,32) = 4,21$ ,  $p = 0,02$  e entre o período de testagem com  $F(1,2,32) = 16,39$ ,  $p = 0,0003$ . Não foi encontrada diferença significância para a interação  $F(1,2,32) = 0,91$ ,  $p = 0,40$  (Tabela 5).

**Tabela 5.** Médias e desvios-padrão do percentual de gordura entre os grupos de treinamento no pré-teste e pós-teste.

	Pré - teste	Pós - teste	Média Geral
Grupo "A" (n=12) $\geq 70\%$ FCR	11,62 $\pm$ 2,90	12,91 $\pm$ 2,99	12,26 $\pm$ 2,94
Grupo "B" (n=12) = 50% FCR	13,73 $\pm$ 4,07	14,47 $\pm$ 4,41	14,10 $\pm$ 4,24 <sup>ac</sup>
Grupo "C" (n=11) Controle	15,64 $\pm$ 2,69	17,44 $\pm$ 4,70	16,54 $\pm$ 3,69 <sup>ab</sup>

Média Geral	13,66 ± 3,22	14,94 ± 4,03*
-------------	--------------	---------------

Tukey contraste: a-diferente do GA; b-diferente do GB; c-diferente do GC;

\* diferença entre pré-teste e pós-teste,  $p < 0,05$ .

Os grupos de treinamento diferiram significativamente quanto ao percentual de gordura: o grupo "A" com valores médios de 12,26%, o grupo "B" com valores médios de 14,10% e o controle com valores médios de 16,54%.

Da mesma forma, o percentual de gordura diferiu significativamente entre os períodos de testagem, com valores médios de pré-teste de 13,66% e no pós-teste de 14,94%. Aparentemente os resultados corroboram outros estudos, que atestam que o treinamento aeróbio auxilia na manutenção dos valores de gordura corporal em patamares salutaros (JOHNSON et alli, 2000; STABELINI et alli, 2005), e que uma redução no gasto energético total diário está associada ao aumento progressivo da quantidade de gordura corporal no período infantil (ROWLANDS et alli, 1999; BAROR, 2000).

#### 4.3 POTÊNCIA AERÓBIA

Para o teste de  $VO_{2max}$  de Léger et alli (1988), foram encontrados os valores da velocidade máxima alcançada durante o teste com as médias no pré-teste ( $10,60 \pm 0,52 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) e pós-teste ( $10,90 \pm 0,94 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) e os resultados obtidos para a frequência cardíaca máxima (FC) ao final do teste no pré-teste ( $197,25 \pm 1,49 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e pós-teste ( $196,37 \pm 1,31 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

Os resultados encontrados para a variável de velocidade máxima alcançada, assemelham-se ao estudo de Faude et alli (2004) que, realizando o teste de Léger et alli (1988) em 30 crianças com idade média de 11,9 anos, obtiveram uma velocidade média de  $10,40 \pm 0,9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . A diferença entre o pré e o pós-teste pode ser atribuída ao aumento significativo ocorrido nos grupos que realizaram treinamento (grupo "A" de 10,83 Km/h para 11,75  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  e grupo "B" de 10,37  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  para 10,70  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), sendo os resultados semelhantes ao estudo de Beets et alli (2005), que observou o mesmo comportamento em adolescentes que realizaram treinamento aeróbio.

O grupo controle, por sua vez, apresentou uma redução na velocidade de realização do teste ( $10,59 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  para  $10,18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) confirmando Tomkinson et alli

(2003), que, em meta-análise realizada com 55 estudos de 11 países, observaram que a velocidade de realização do teste de 20 metros de Léger et alli (1988) apresenta uma tendência de redução de 0,43%, na média de velocidade alcançada por ano, entre os períodos de 1980 a 2000.

Por sua vez a frequência cardíaca máxima ao final do teste e a média durante o período de testagem (pré e pós-teste) demonstraram que a intensidade de realização do teste pelos avaliados pode ser considerada como esforço máximo como apontado pela literatura (JOHNSON et alli, 2000; WILLIAMS et alli 2000; PETTERSEN et alli, 2001; ELIAKIM et alli, 2001; BAQUET et alli, 2002).

#### 4.3.1 Potência Aeróbia Relativa

O resultado da análise de variância na potência aeróbia relativa ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) demonstrou existir significância para os grupos de treinamento  $F(1,2,32) = 9,69$ ,  $p=0,0005$  e para os períodos de testagem  $F(1,2,32) = 3,98$ ,  $p=0,05$ . Foi encontrada significância para a interação  $F(1,2,32) = 14,49$ ,  $p=0,00003$  (Tabela 6 e Gráfico 1).

**Tabela 6.** Médias e desvios-padrão na potência aeróbia relativa ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) entre os grupos de treinamento e os períodos de testagem.

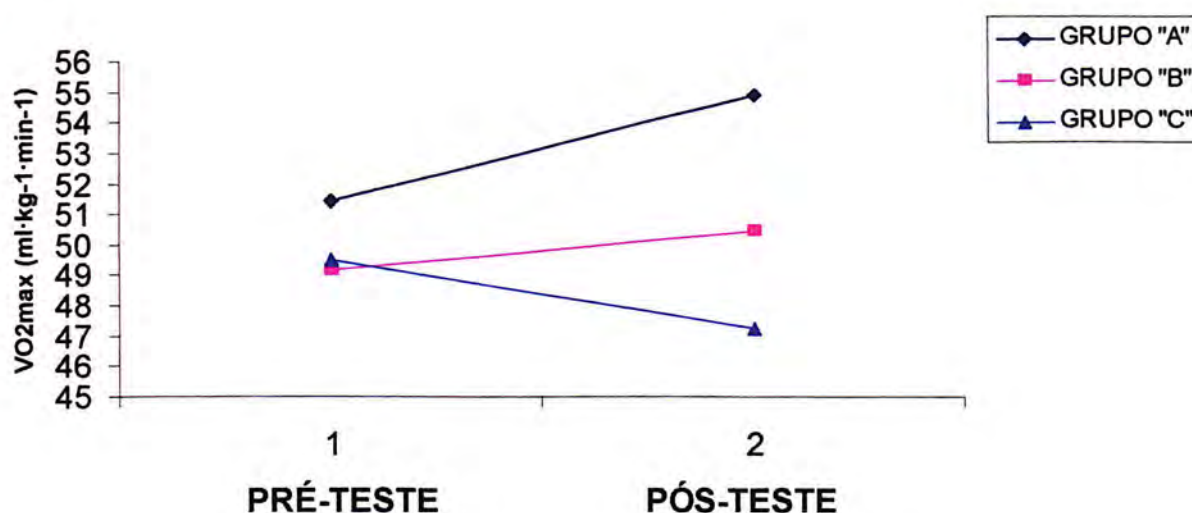
	Pré – teste	Pós - teste	Média Geral
Grupo “A” (n=12) $\geq 70\%$ FCR	51,44 $\pm$ 0,76	54,93 $\pm$ 0,95 <sup>bc*</sup>	53,44 $\pm$ 0,85 <sup>bc</sup>
Grupo “B” (n=12) = 50% FCR	49,14 $\pm$ 0,76	50,46 $\pm$ 0,95	49,80 $\pm$ 0,85
Grupo “C” (n=11) Controle	49,49 $\pm$ 0,79	47,26 $\pm$ 0,99	48,37 $\pm$ 0,87
Média Geral	50,02 $\pm$ 0,77	50,88 $\pm$ 0,96*	

Tukey contraste: b - diferente do GB; c - diferente do GC; \* diferença entre pré-teste e pós-teste,  $p < 0,05$ .

A interação pode ser explicada pela significância alcançada dentro do grupo “A” que diferiu no período entre pré e pós-testes (51,44  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  e 54,93  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ). Da mesma forma que o grupo “A” no pós-teste (54,93  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) diferiu significativamente do grupo “B” (50,46  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) e do controle “C” (47,26  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) ao final do programa de treinos, demonstrando que a intensidade do



treinamento realizado pelo grupo "A" foi capaz de estimular os ganhos na potência aeróbia relativa de forma significativa.



**Gráfico 1.** Interação Treinamento e Potência Aeróbia Relativa.

Todos os grupos apresentaram homogeneidade no período anterior ao início do treinamento como demonstra a Tabela 6; de uma maneira geral, o valor médio de potência aeróbia relativa obtida no período do pré-teste para os três grupos foi de  $50,02 \pm 0,77 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ . Esses resultados se equiparam aos estudos publicados recentemente com a mesma faixa etária, apontando que os valores da potência aeróbia relativa podem variar entre 45 a  $50 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  em meninos saudáveis (MCMURRAY et alli, 2003; DANIS et alli, 2003).

Apesar de não haver diferenças significativas no nível de atividade física habitual (NAFH) do período pré-teste para o pós-teste dos indivíduos desta amostra, os valores de potência aeróbia relativa se elevaram no grupo que realizou o treinamento com intensidade de 70% da FCR em comparação ao grupo que treinou a 50% da FCR e do grupo controle, indicando que a intensidade da atividade possa ser mais importante que a quantidade de atividade física realizada.

Portanto, os resultados encontrados na potência aeróbia relativa demonstrada na tabela 6 indicam uma melhora significativa no grupo "A" pós-teste em relação aos demais grupos, vindo a fortalecer a colocação de Baquet et alli (2003) segundo a qual exercícios aeróbios regulares, a intensidade moderada entre 80 a 85% da frequência cardíaca máxima, aos quais apresentam correspondência a intensidade

de 70% da FCR de acordo com ACSM (2003) adaptado de Pollock et alli (1998), são necessários nesta fase da vida para se alcançar ganhos na potência aeróbia.

Outros estudos apresentaram resultados semelhantes quando compararam diferentes intensidades de treinamento e a resposta no pico de  $\text{VO}_2$ ; Savage et alli (1986) encontraram diferenças significativas no aumento do pico de  $\text{VO}_2$  para o grupo de treinamento a 85% da frequência cardíaca máxima (FCM), sendo que o grupo que realizou treinamento a 70% da FCM (correspondente à intensidade de 50%FCR de acordo com ACSM (2003) adaptado de Pollock et alli, 1998) não apresentou diferenças significativas. Fato semelhante ocorreu com o estudo de Massicotte et alli (1974) que comparou grupos de crianças que treinaram 12 minutos, 3 vezes por semana por 6 semanas a intensidades de 66-72%, 75-80% e 88-93% da FCM, identificando que, somente o grupo que treinou na maior intensidade e com uma frequência cardíaca entre  $170 - 180 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$ , apresentou elevação no pico de  $\text{VO}_2$ . Contudo nenhum desses estudos se preocupou com o controle do nível de atividade física habitual de seus componentes.

Os resultados do presente estudo se antepõem aos de Williams et alli (2000), que não observaram diferenças significativas no  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  relativo entre os meninos pré-púberes do grupo controle com os que realizaram dois tipos diferentes de treinamento: um de forma intervalada na distância de 25 metros, com 3 corridas de 10 segundos, com 30 segundos de descanso, seguido por 3 corridas de 30 segundos com descanso de 90 segundos; outro realizou treinamento em ciclo-ergômetro continuamente sendo 3 vezes de 20 minutos a uma FC entre  $160-170 \text{ b} \cdot \text{min}^{-1}$ . Novamente este estudo, cuja amostra foi constituída por três escolas de cidades diferentes, cada escola realizando um dos trabalhos propostos, não se ateve a mensurar o nível de atividade física habitual dos participantes, fato este de extrema importância, uma vez que os valores elevados apresentados pelo grupo controle de  $56,4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  no pré-teste possam ter encoberto os resultados.

Outro trabalho que contraria os resultados do presente estudo foi o de Danis et alli (2003), que prescreveram treinamento aeróbio por um período de 6 meses em apenas um dos gêmeos e observaram que, ao final do programa, o  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  relativo não apresentava diferenças significativas entre os gêmeos, indicando que uma possível interação entre treinamento e hereditariedade seja um fator de influência importante na melhoria da potência aeróbia. Contudo a amostra do estudo foi

constituída de crianças em diferentes estágios maturacionais, fato este que pode ter mascarado os resultados do treinamento em função da diferença no pico de velocidade de crescimento apresentado pelos diversos estágios pubertários.

Se levarmos em consideração apenas o grupo “B” que realizou treinamento leve/moderado a 50% da FCR, identificamos que não ocorreu alteração com o treinamento na potência aeróbia relativa concordando com Savage et alli (1986) e contrariando a colocação de Epstein et alli (2001) de que esta intensidade seja suficiente para alterações na aptidão aeróbia de crianças. Contudo, a manutenção da potência aeróbia para a saúde, pode ser bastante importante, pois, de acordo com Johnson et alli (2000), a potência aeróbia está relacionada negativamente com o aumento do tecido adiposo. Em outro estudo comparando não praticantes e praticantes de atividade esportiva regular, verificou-se que, aqueles que realizavam treinamento físico sistematizado, apresentavam menores taxas de adiposidade quando comparados aos não praticantes (STABELINI et alli, 2005), sendo colocado ainda por Fernandez et alli (2004) que o treinamento aeróbio auxilia na manutenção ou aumento da massa magra nos seus praticantes.

Proporcionalmente o grupo “A” obteve ganho de 7% com o treino realizado a intensidade de 70% da FCR, enquanto que o grupo “B”, que realizou atividades de intensidade leve a 50% da FCR, apresentou cerca de 2% de melhora na sua condição aeróbia e o grupo controle por sua vez apresentou um declínio de 5% após o termino da intervenção. Baquet et alli (2003) colocam que em geral as crianças pré-púberes, que apresentam valores elevados inicialmente na aptidão aeróbia, em média melhoram no  $VO_2$  em 2,7% em relação aos valores iniciais, enquanto que aqueles com valores iniciais mais baixos demonstram ganhos em 5,9% quando submetidos à intervenção.

Em estudos realizados por Scheett et alli (2002) e Danis et alli (2003) com meninos pré-púberes e púberes, com o treinamento aeróbio, observaram-se ganhos superiores a 10% no pico de  $VO_2$  com treinamento, entretanto um decréscimo nos valores do  $VO_{2\text{máx}}$  relativo no grupo controle ocorreu em até 5%, assemelhando-se ao resultado encontrado nesta amostra. Uma diminuição da intensidade das atividades diárias parece influenciar de forma negativa a potência aeróbia durante a fase pré-púbere. Conclui-se, portanto, que exercícios de intensidade moderada influenciam positivamente no ganho da potência aeróbia relativa em crianças pré-

púberes e, de certa forma, para a manutenção da potência aeróbia, as atividades como caminhadas e trotes leves com FCR igual a 50% se apresentam como um importante componente para a saúde cardiorespiratória.

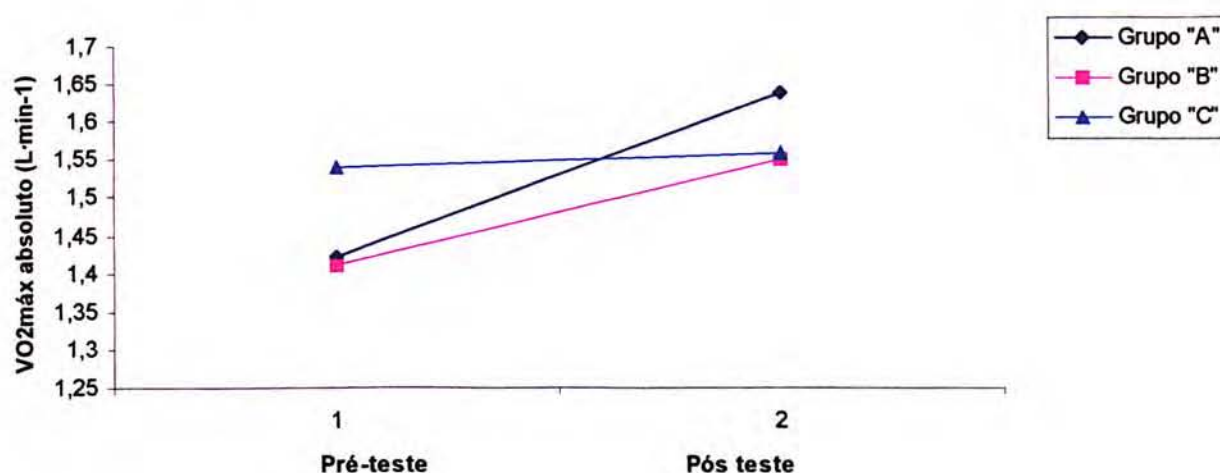
#### 4.3.2 Potência Aeróbia Absoluta

O resultado da análise de variância para a potência aeróbia absoluta ( $L \cdot min^{-1}$ ) não indicou significância nos grupos de treinamento  $F(1,2,32) = 0,62$ ,  $p=0,54$ , mas foi significativa para os períodos de testagem  $F(1,2,32) = 51,40$ ,  $p= 0,000003$  e para a interação com  $F(1,2,32) = 7,59$ ,  $p= 0,001$  (Tabela 7 e Gráfico 2).

**Tabela 7.** Médias e desvios-padrão para potência aeróbia absoluta ( $L \cdot min^{-1}$ ) entre os grupos de treinamento e os períodos de testagem.

	Pré - teste	Pós - teste	Média Geral
Grupo "A" (n=12) $\geq 70\%$ FCR	$1,42 \pm 0,17$	$1,64 \pm 0,21^*$	$1,53 \pm 0,19$
Grupo "B" (n=12) = 50% FCR	$1,41 \pm 0,16$	$1,55 \pm 0,19^*$	$1,48 \pm 0,17$
Grupo "C" (n=11) Controle	$1,54 \pm 0,12^{ab}$	$1,58 \pm 0,18$	$1,56 \pm 0,15$
Média Geral	$1,45 \pm 0,15$	$1,59 \pm 0,19^*$	

Tukey contraste: a-diferente do GA; b-diferente do GB; \* diferença entre pré-teste e pós-teste,  $p < 0,05$ .



**Gráfico 2.** Interação Treinamento e Potência Aeróbia Absoluta.



A interação pode ser explicada observando-se no estudo que os indivíduos do grupo controle apresentaram valores mais elevados no pré-teste possivelmente relacionados a maior massa corporal, mas não apresentou ganhos significativos na potência aeróbia absoluta após dois meses no pós-teste. Entretanto os dois grupos que realizaram treinamento foram semelhantes no pré-teste e obtiveram ganhos significativamente diferentes no pós-teste. Desta forma o treinamento pode ter influenciado os ganhos do grupo "A" e "B" de forma a aumentar os valores destes grupos na potência aeróbia absoluta, aproximando assim os resultados dos grupos no pós-teste.

Os valores apresentados inicialmente entre o grupo controle ( $1,54 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ ) e os demais grupos de treinamento (GA-  $1,42 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$  e o GB-  $1,41 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ ) e, ao final do período de treinamento, mostra que os grupos não diferiram nos resultados encontrados (GA-  $1,64 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ ; GB-  $1,55 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$  e GC-  $1,58 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ ); a estabilidade apresentada no grupo controle, e os ganhos dos grupos que realizaram o treinamento, sugerem um efetivo aumento na potência aeróbia absoluta para as diferentes intensidades de trabalho.

Estes resultados se assemelham aos resultados encontrados por Baquet et alli (2002), que identificaram significância apenas para os valores do pré-teste para o pós-teste no grupo que realizou treinamento a maior intensidade da velocidade aeróbia máxima.

Os grupos "A" e "B" apresentaram homogeneidade no período anterior ao início do treinamento, no entanto o grupo controle iniciou esta fase com valores no  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  absoluto ( $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ ) cerca de 8% mais elevados como são demonstrados na Tabela 8.

O valor médio apresentado na tabela 7 para os grupos no início do programa de  $1,45 \pm 0,15 \text{ (L} \cdot \text{min}^{-1})$  é um pouco inferior aos apresentados em outros estudos como o de Williams et alli (2000) e Baquet et alli (2002) que obtiveram média inicial de  $1,84 \pm 0,2 \text{ (L} \cdot \text{min}^{-1})$  e  $1,58 \pm 0,27 \text{ (L} \cdot \text{min}^{-1})$ , respectivamente. O primeiro estudo foi constituído por uma amostra de crianças inglesas, um pouco mais velhas, com idade média de  $10,1 \pm 0,2$  anos, mas o segundo estudo, formado por crianças francesas, apresentava similaridade em idade. Contudo ambos os estudos não especificaram se os componentes da amostra já praticavam treinamento desportivo e nem

controlaram os níveis de atividade física habitual dos indivíduos, fatos que podem responder às diferenças entre os estudos.

Em estudo longitudinal realizado por Kobayashi et alli (1978), que procuraram determinar a estabilidade da potência aeróbia absoluta em meninos praticantes de treinamento sistematizado de futebol, corrida e natação, com a mesma faixa etária deste estudo, apresentaram os valores de  $\text{VO}_2\text{máx}$  absoluto de  $1,29 \pm 0,08$  ( $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ ). Apesar de mencionar a característica da amostra Kobayashi et alli (1978) não controlaram a intensidade do treinamento realizado por cada modalidade desportiva.

Valores semelhantes a nossa amostra para a potência aeróbia absoluta foi encontrado no estudo de McMurray et alli (2002), que avaliaram 1261 crianças e adolescentes de diferentes etnias, entre 8 e 16 anos de idade; este estudo coloca que, apesar da diferença étnica existir quanto à composição corporal, aparentemente o  $\text{VO}_2\text{máx}$  absoluto comporta-se de maneira semelhante entre as diferentes etnias.

As diferenças significativas encontradas entre o pré-teste e o pós-testes nos grupos "A" e "B" apontam que os ganhos na potência aeróbia absoluta podem acontecer em resposta ao treinamento durante o período anterior à puberdade. O grupo "A" que realizou treinamento moderado/intenso demonstrou ganhos de 15% no  $\text{VO}_2\text{máx}$  absoluto ( $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ ) e o grupo "B" que realizou treinamento leve/moderado, obteve ganho de 9%, enquanto que no grupo controle que manteve suas atividades cotidianas se elevou em 2,5%.

Nos meninos em geral a literatura aponta para um aumento progressivo com a idade na potência aeróbia absoluta em aproximadamente 14% ao ano até próximo dos 16 anos e justifica este progressivo aumento da potência aeróbia absoluta aos ganhos de massa corporal, que, por sua vez, estão relacionados aos ganhos de massa muscular ocorrido neste período da vida, o que viabiliza uma maior ativação metabólica do tecido muscular aumentando o  $\text{VO}_2\text{máx}$  (McMURRAY et alli, 2002). Aparentemente os resultados deste estudo indicam que o treinamento aeróbio sistematizado intenso/moderado apresenta ganhos consideráveis na potência aeróbia absoluta de igual montante ao crescimento e maturação.

Em intervenção realizada por 7 semanas Baquet et alli (2003), encontraram aumentos de 9,4% no  $\text{VO}_2\text{máx}$  absoluto no grupo que realizou treinamento aeróbio de piques de 10 a 20 segundos e igual descanso, sendo 5 séries de 10 piques e 3

minutos de descanso entre as séries, a uma intensidade de 100%, 110%, 120% e 130% da velocidade aeróbia máxima, ficando a frequência cardíaca máxima do treinamento entre 77 a 94%. Apesar da semelhança nos resultados, o grupo "A" deste estudo, que treinou a intensidade superior a 70% da FCR, apresentou ganhos ligeiramente superiores, possivelmente pela alternância entre treinamentos contínuos e intervalados que foram realizados.

Igualmente os resultados obtidos com crianças desta amostra para a potência aeróbia absoluta, Williams et alli (2000) identificaram um aumento do grupo controle de 2,6%, enquanto que o grupo que realizou treinamento contínuo de 24 sessões de 20 minutos, a uma intensidade de 80 a 85 % FC<sub>máx</sub>, em bicicleta ergométrica apresentou ganhos de 7,2%, revelando que uma possível diferenciação nos ganhos no pico VO<sub>2</sub><sub>máx</sub> absoluto possa estar relacionada à quantidade de músculos envolvidos no treinamento, uma vez que no treinamento de corrida recrutar diferentes grupoamento musculares do que o treinamento em bicicleta ergométrica (ROWLANDS, 1993).

#### 4.4 POTÊNCIA ANAERÓBIA

Para o teste de Wingate são apresentados os valores das cargas empregadas e os resultados obtidos para a frequência cardíaca (FC) ao final do teste e o momento em que foi alcançado o pico de potência (PP). Os resultados da média e desvio padrão são apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8.** Médias e desvios-padrão para as variáveis de carga, frequência cardíaca máxima do teste e momento do pico de potência entre os grupos de treinamento e os períodos de testagem.

	Carga (Kp.Kg <sup>-1</sup> )	Carga (Kp.Kg <sup>-1</sup> )		FC <sub>final</sub>	FC <sub>final</sub>		Momento do PP (s)	Momento do PP (s)	
	Pré - teste	Pós - teste	<b>Média Geral</b>	Pré - teste	Pós - teste	<b>Média Geral</b>	Pré - teste	Pós - teste	<b>Média Geral</b>
Grupo "A" ≥70%FRC	2,10 ±0,08	2,25 ±0,09	<b>2,17 ±0,08</b>	192 ± 1,51	190 ±1,68	<b>191 ±1,59</b>	2,16 ±0,27	1,58 ±0,24	<b>1,87 ±0,25</b>
Grupo "B" =50%FCR	2,22 ±0,08	2,35 ±0,09	<b>2,28 ±0,08</b>	186,08 ± 1,51	186,83 ± 1,68	<b>186,45 ±1,59</b>	1,66 ±0,27	1,33 ±0,24	<b>1,49 ±0,25</b>

Grupo "C"	2,36	2,52	<b>2,44</b>	186,36	186,18	<b>186,27</b>	1,81	1,45	<b>1,63</b>
Controle	$\pm 0,09$	$\pm 0,09$	$\pm 0,09$	$\pm 1,58$	$\pm 1,75$	$\pm 1,66$	$\pm 0,29$	$\pm 0,25$	$\pm 0,27$
<b>Média Geral</b>	<b>2,22 <math>\pm</math> 0,08</b>	<b>2,37 <math>\pm</math> 0,09</b>		<b>188,08 <math>\pm</math> 1,53</b>	<b>187,76 <math>\pm</math> 1,70</b>		<b>1,87 <math>\pm</math> 0,28</b>	<b>1,45 <math>\pm</math> 0,24</b>	

A ocorrência de aumento na carga de trabalho do pré-teste para pós-teste decorre possivelmente do aumento de massa corporal ocorrido com os indivíduos durante o período de dois meses, à qual está diretamente associada. A frequência cardíaca durante o teste não variou nem entre os grupos nem durante o período de testagem, o mesmo ocorrendo para o momento do pico de potência.

#### 4.4.1 Pico de Potência Anaeróbia Relativa

Para o pico de potência anaeróbia relativa ( $\text{W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), o resultado da análise de variância não indicou significância entre os grupos de treinamento  $F(1,2,32)= 1,79$ ,  $p=0,18$ ; nem para os períodos de testagem  $F(1,2,32) = 1,83$ ,  $p=0,18$ . Sendo não significativa a interação  $F(1,2,32) = 1,22$ ,  $p= 0,30$  (Tabela 9).

**Tabela 9.** Médias e desvios-padrão do pico de potência anaeróbia entre os grupos de treinamento e os períodos de testagem.

	<b>Pré - teste</b>	<b>Pós - teste</b>	<b>Média Geral</b>
Grupo "A" (n=12) $\geq 70\%$	8,81 $\pm$ 0,30	8,79 $\pm$ 0,25	8,80 $\pm$ 0,27
Grupo "B" (n=12) $= 50\%$	8,10 $\pm$ 0,30	8,69 $\pm$ 0,25	8,39 $\pm$ 0,28
Grupo "C" (n=11) controle	8,09 $\pm$ 0,31	8,20 $\pm$ 0,26	8,14 $\pm$ 0,28
Média Geral	8,33 $\pm$ 0,30	8,56 $\pm$ 0,25	

$p > 0,05$ .

A média da potência anaeróbia relativa no pré-teste foi de  $8,33 \pm 0,30 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  e no pós-teste de  $8,56 \pm 0,25 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Os resultados obtidos nesta amostra podem ser classificados como "muito bom" de acordo com a tabela de distribuição proposta por Inbar et alli (1996), que apresenta valores típicos de crianças saudáveis.



No estudo conduzido por Rivera-Brown et alli (2001), que testou 18 crianças do estágio maturacional 1 para pêlos pubianos, não atletas e moderadamente ativos, encontrou para o pico de potência anaeróbia valores de  $6,3 \pm 1,2 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  representando valores 20% menores dos que encontramos neste estudo. Entretanto em estudo realizado por Silva et alli (2003), com 12 crianças brasileiras pré-púberes, os valores encontrados foram de  $8,20 \pm 1,00 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ , os quais se assemelham a este estudo.

Apesar de existirem muitas variáveis intervenientes no desempenho anaeróbio das crianças do sexo masculino, vários estudos apresentam a idade cronológica como a variável de maior influência no pico de performance anaeróbia relativa (DE STE CROIX et alli 2001; VAN PRAAGH et alli, 2002; MARTIN et alli, 2003); como este estudo foi realizado por um período de 2 meses, a influência gerada pela idade cronológica possivelmente não se manifestando nos resultados.

A idade cronológica de uma maneira geral pode representar alterações nos fatores qualitativos como: tipo de fibra muscular, propriedade de contração, coordenação motora, biomecânica do movimento e características genéticas. E os fatores quantitativos tais como: massa livre de gordura, tamanho da perna e volume da coxa, que são apresentados como fatores intervenientes sobre o pico de potência anaeróbia relativa, não foram controlados neste estudo (VAN PRAAGH et alli, 2002; MARTIN et alli, 2004).

Apesar de tais fatores, os resultados não indicaram diferenças significativas entre os grupos no pré-teste e após o período de treinamento, demonstrando que o treinamento aeróbio realizado com diferentes intensidades, por um período de 8 semanas em crianças pré-púberes, não é suficiente para gerar alterações no pico de potência anaeróbia tanto absoluta quanto relativa à massa corporal.

#### 4.4.2 Pico de Potência Anaeróbia Absoluta

O resultado da análise de variância para o pico de potência anaeróbia absoluta não apresentou significância nos grupos de treinamento  $F(1,2,32) = 0,13$ ,  $p = 0,87$ ; sendo significativa entre os períodos de testagem  $F(1,2,32) = 8,77$  e  $p = 0,005$ . Contudo a interação não foi significativa  $F(1,2,32) = 0,55$ ,  $p = 0,57$  (Tabela 10).

**Tabela 10.** Média e desvio-padrão da potência anaeróbia absoluta (W) entre os grupos de treinamento e os períodos de testagem.

	Pré - teste	Pós - teste	Média Geral
Grupo "A" (n=12) $\geq 70\%$	249,45 $\pm$ 14,20	259,26 $\pm$ 16,29	254,35 $\pm$ 15,24
Grupo "B" (n=12) =50%	252,54 $\pm$ 14,20	275,81 $\pm$ 16,29	264,17 $\pm$ 15,24
Grupo "C" (n=11) Controle	249,97 $\pm$ 14,83	275,55 $\pm$ 17,01	260,08 $\pm$ 15,92
Média Geral	250,65 $\pm$ 14,41	270,20 $\pm$ 16,53*	

\* diferença entre pré-teste e pós-teste,  $p < 0,05$ .

As médias de potência anaeróbia absoluta obtida no pré-teste e no pós-teste foram de 250,65  $\pm$  14,41 e 270,20  $\pm$  16,53 (W), respectivamente. Os valores encontrados se assemelham aos dos estudos de De Ste Croix et alli (2001) e Martin et alli (2003) com crianças do sexo masculino de mesma faixa etária e maturação, com valores de 267,49  $\pm$  49,7 e 277  $\pm$  27 (W) no pico de potência, respectivamente. Em contrapartida o estudo de Rivera-Brown et alli (2001) relatou valores relativamente menores (215,5  $\pm$  41,8 Watts) para meninos pré-púberes. Inbar et alli (1996) classificam os resultados obtidos no pré-teste como "muito bom" e os do pós-teste como "excelente" para as crianças desta faixa etária.

A não significância encontrada entre os grupos de treinamento pode estar relacionada à dificuldade em se determinar quais fatores contribuem mais no desempenho anaeróbio: fatores ambientais ou genéticos (VAN PRAAGH e DORE, 2002), sendo sugerido pela literatura que mais de 50% do total da variância do desempenho anaeróbio de curta duração sejam relacionados a fatores genéticos (BOUCHARD et alli, 1997).

Mesmo com o estímulo das atividades realizadas, aparentemente não houve um favorecimento para o desenvolvimento do sistema anaeróbio para o grupo que realizou treinamento, em que pese o metabolismo envolvido no teste de potência anaeróbia ser diferente do utilizado no treinamento aeróbio deste estudo. Provavelmente outros tipos de trabalhos, como atividades de força em altas velocidades, resultem em ganho na potência; em relação ao tempo em que podemos gerar esforço em função do trabalho, possivelmente estas atividades estimulem o

metabolismo anaeróbio do músculo e favoreçam os ganhos no pico de potência anaeróbia (BOMPA, 2002).

#### 4.4.3 Resistência Anaeróbia Relativa

A análise de variância na resistência anaeróbia relativa ( $\text{W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) não indicou significância para os grupos de treinamento  $F(1,2,32)= 2,72$ ,  $p=0,08$ , mas observou-se significância nos períodos de testagem  $F(1,2,32) = 12,73$ ,  $p=0,001$  e uma interação não significativa com  $F(1,2,32) = 0,05$ ,  $p= 0,95$  (Tabela 11).

**Tabela 11.** Média e desvio-padrão da resistência anaeróbia relativa ( $\text{W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) entre os grupos de treinamento e os períodos de testagem.

	Pré - teste	Pós - teste	Média Geral
Grupo "A" (n=12) $\geq 70\%$	$7,34 \pm 0,30$	$6,72 \pm 0,22$	$7,03 \pm 0,26$
Grupo "B" (n=12) $= 50\%$	$6,94 \pm 0,30$	$6,42 \pm 0,22$	$6,68 \pm 0,26$
Grupo "C" (n=11) Controle	$6,50 \pm 0,31$	$5,99 \pm 0,23$	$6,24 \pm 0,27$
Média Geral	$6,92 \pm 0,30$	$6,37 \pm 0,22^*$	

\* diferença entre pré-teste e pós-teste,  $p < 0,05$ .

Os grupos de treinamento que não apresentaram significância, corroboram o estudo de Bencke et alli (2002), que indicou a ausência de significância entre praticantes de diferentes modalidades esportivas categorizados como elite e não-elite para a resistência anaeróbia relativa, havendo diferença significativa apenas para os praticantes da modalidade de handebol. Contudo o estudo foi conduzido em crianças púberes.

A média da resistência anaeróbia absoluta apresentou diferenças significativas para os meninos no pré-teste com  $6,92 \pm 0,30 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  e no pós-teste de  $6,37 \pm 0,22 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ , isso sugere que possíveis alterações na composição corporal das crianças, ocorridas durante o período de treinamento, podem influenciar na quantidade de potência gerada, necessária para a sustentação de uma determinada carga por um período curto de tempo (30s), ou mesmo pelo acréscimo de energia

despendida no início do teste e que de certa forma possa ter aumentado a fadiga ao final do teste e contribuído para a diferença encontrada.

Os valores obtidos nesta amostra classificam-se nas tabelas de distribuição sugerida por Inbar et alli (1996) como “muito bom” e “bom” respectivamente.

Os resultados diferiram ligeiramente dos estudos de Silva et alli (2003) e Rivera-Brown et alli (2001). O primeiro gerou valores de  $6,03 \pm 0,84 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$  e o segundo apresentaram valores mais baixos de  $5,2 \pm 1,3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Mas os resultados deste estudo se assemelham aos valores médios de  $6,48 \pm 0,96$  relatado por Brum (2004), com crianças pré-púberes com diferentes níveis de atividade física.

Os resultados alcançados neste estudo não refletiram ganho na resistência anaeróbia decorrente da melhora e ou manutenção do  $\text{VO}_2\text{máx}$ , em resposta ao treinamento aeróbio realizado com diferentes intensidades. Isto nos leva a crer que a herança genética e o estímulo específico são primordiais para a obtenção de melhorias na resistência anaeróbia relativa.

#### 4.4.4 Resistência Anaeróbia Absoluta

Para a resistência anaeróbia absoluta (W), o resultado para a análise de variância não indicou significância para os grupos de treinamento  $F(1,2,32)= 0,08$ ,  $p=0,92$ , nem nos períodos de testagem  $F(1,2,32) = 0,28$ ,  $p=0,59$  e interação de  $F(1,2,32) = 1,43$ ,  $p= 0,25$  (Tabela 12).

**Tabela 12.** Média e desvio-padrão da resistência anaeróbia absoluta (W) entre os grupos de treinamento e os períodos de testagem.

	Pré - teste	Pós - teste	Média Geral
Grupo “A” (n=12) $\geq 70\%$	$207,58 \pm 11,61$	$202,46 \pm 10,35$	$205,02 \pm 10,98$
Grupo “B” (n=12) $=50\%$	$214,81 \pm 11,61$	$205,85 \pm 10,35$	$210,33 \pm 10,98$
Grupo “C” (n=11) Controle	$199,36 \pm 12,13$	$207,83 \pm 10,81$	$203,59 \pm 11,47$
Média Geral	$207,25 \pm 11,78$	$205,38 \pm 10,50$	

$p > 0,05$ .

Os resultados não apresentaram diferenças significativas entre os grupos no início do estudo, nem ao seu termino após 8 semanas de treinamento. Repetiram-se os resultados encontrados para o pico de potência anaeróbia, quando o treinamento realizado pelo grupo "A" de 70% ou superior da FCR e o do grupo "B" de 50% FCR não influenciaram também nos resultados da resistência anaeróbia absoluta.

Os valores obtidos nesta amostra classificam-se nas tabelas de distribuição sugerida por Inbar et alli (1996) como "muito bom" em ambos os momentos. Os resultados encontrados foram de  $207,25 \pm 11,78$  Watt no pré-teste e de  $205,38 \pm 10,50$  Watt no pós-teste se assemelham aos apresentados por De Ste Croix et alli (2001), quando meninos de idade média de 10,2 anos, não engajados em treinamento estruturado, alcançaram valores de  $193 \pm 36,8$  Watt.

## 5.0 CONCLUSÕES

Podemos concluir com base nos resultados do presente estudo, que a intensidade do treinamento aeróbio exerce influência sobre a variável de potência aeróbia durante o período pré-pubertário. Entretanto o treinamento aeróbio parece causar pouco ou nenhum efeito sobre a potência anaeróbia.

As atividades mais intensas, acima de 70% FCR, sugerem desempenhar um papel fundamental para os ganhos de potência aeróbia de crianças pré-púberes, quando o interesse for o treinamento esportivo neste período maturacional. Apesar da literatura apontar que os maiores ganhos na potência aeróbia em crianças possam estar relacionados com os valores iniciais da potência aeróbia da amostra, o presente estudo aponta para ganhos significativos na potência aeróbia relativa e na potência aeróbia absoluta, mesmo a nossa amostra sendo constituída por indivíduos com um nível de atividade física e valores iniciais de  $\text{VO}_2$  elevados.

Visivelmente a potência aeróbia aparenta ser bastante sensível durante esta fase da vida quanto aos estímulos recebidos, portanto propiciar condições favoráveis à prática de atividades físicas de intensidades moderadas/intensas são aconselháveis e pertinentes para este estágio maturacional.

A resposta da potência anaeróbia em função do treinamento aeróbio em crianças aponta para a necessidade de se especificar o tipo de treinamento a ser realizado, uma vez que os resultados encontrados não diferiram entre os grupos, levando-nos a crer que outros fatores possam influenciar a potência anaeróbia além da qualidade da potência aeróbia.

Conseqüentemente assumimos como corretas as hipóteses de que independente da intensidade, as crianças submetidas ao treinamento aeróbio apresentariam melhoras na potência aeróbia quando comparadas às crianças não submetidas ao treinamento, e que as crianças submetidas ao treinamento aeróbio com intensidade superior a 70% da FCR apresentariam uma melhor resposta na potência aeróbia, do que as crianças sem treinamento, e as que realizaram treinamento a 50% da FCR.

Mas as hipóteses de que independente da intensidade, as crianças submetidas ao treinamento aeróbio apresentariam melhoras na potência anaeróbia quando comparadas às crianças não submetidas ao treinamento, e que as crianças

submetidas ao treinamento aeróbio com intensidade superior a 70% da FCR apresentariam uma melhor resposta na potência anaeróbia, do que as crianças sem treinamento e as que realizaram treinamento a 50% da FCR, não foram confirmadas neste estudo.

Futuras pesquisas são necessárias para verificar quais fatores possam influenciar os ganhos de potência anaeróbia em crianças e qual seria a resposta ao treinamento anaeróbio nesta fase da vida. Além disso, novas pesquisas que realizem o mesmo tipo de treinamento em diferentes estágios maturacionais são necessárias para podermos observar a resposta de um determinado tipo de treinamento através de todo o processo maturacional e desta maneira dimensionar o efeito do treinamento durante toda a infância e adolescência.

## REFERÊNCIAS

AAHPERD. **Physical education for lifelong fitness: the physical best teacher's guide.** Human Kinetics, 1999.

ACSM. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição.** 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

ALMARWAEY, O. A.; JONES, A. M.; TOLFREY, K. Physiological correlates with endurance running performance in trained adolescents. **Medicine and Science Sports Exercise.** v. 35, n. 3, pp. 480-487, 2003.

ALMEIDA, M. B.; ARAUJO, C. G. S. Effects of aerobic training on heart rate. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte.** V.9, n.2, p. 113-120, 2003.

ANJOS L. A.; VEIGA G.V.; CASTRO I.R.R. Distribuição dos valores do índice de massa corporal da população brasileira até 25 anos. **Revista Panamericana Salud Publica.** v.3, p.164-73, 1998.

ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. R.; NEVILL, A. M.; KIRBY, B. J. Modeling growth and maturation changes in peak oxygen uptake in 11-13 yr olds. **Journal of Applied Physiology.** v.87 n. 6, p. 2230-2236, 1999.

ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. R.; CHIA, M.Y.H. Short term power output in relation to growth and maturation. **British Journal of Sports Medicine.** v.35, p.118-124, 2001.

ARNETT, M. G.; HYSLOP, R.; DENNERY, C. A.; SCHENIDER, C. M. Age-related variation serum CK e CK MD response in females. **Canadian Journal of Applied Physiology.** v.25, n.6, p. 419-429, 2000.

ASTRAND, P. O. The child in sport and physical activity physiology. In: **Child in sport and physical activity.** Baltimore: University Park Press, 1976.

BAQUET, G.; BERTHOIN, S.; DUPONT, G.; BLONDEL, N.; VAN PRAAGH, E. Effects of high intensity intermittent training on peak VO<sub>2</sub> in prepubertal children. **International Journal of Sports Medicine.** v.23, p.439-444, 2002.

BAQUET, G.; VAN PRAAGH, E.; BERTHOIN, S. Endurance training and aerobic fitness in young people. **Sports Medicine.** v. 33, n.15, p. 1127-1143, 2003.

BAR-OR, O. Trainability of the prepubertal child. **Physiology of Sports Medicine.** v.17, p. 65-82, 1989.

BAR-OR, O. Juvenile obesity, physical activity and lifestyle changes. **The physician and sports medicine.** v. 28, n. 11, Nov. 2000.



BASS, S. L. The prepubertal years – A uniquely opportune stage of growth when the skeleton is most responsive to exercise? **Sports Medicine**. v. 30, n.2, p. 73-78, 2000.

BASSETT, D. R.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science Sports Exercise**. v.32, n.1. p. 70-84, 2000.

BAXTER-JONES, A. D. G.; MAFFULLI, N. Endurance in young athletes: it can be trained. **British Journal of Sports Medicine**. v.37, p. 96–97, 2003.

BEETS, M. W.; PITETTI, K. H. Contribution of physical education and sports to health-related fitness in high-school students. **Journal of School Health**. v. 75, n. 1, p 25-30, 2005.

BERKEY, C. S.; ROCKETT, H.R.H.; FIELD, A.E.; GILLMAN, M.W.; FRAZIER, A.L.; CAMARGO, C.A.; COLDITZ, G.A. Activity, dietary intake and weight changes in a longitudinal study of preadolescent and adolescent boys and girls. **Pediatrics**. v. 105, n. 4, p. e56, 2000.

BENCKE, J.; DAMSGAARD, A.; SAEKMOSE, P.; JORGENSEN, K.; KLAUSEN, K. Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. **Scandinavian Journal of Medicine and Science Sports**. v.12, p. 171-178, 2002.

BENEKE, R.; POLLMANN, C.; BLEIF, I.; LEITHAUSER R. M. How anaerobic is the Wingate anaerobic test for humans. **European Journal Apply of Physiology**. v.87, p. 388-392, 2002.

BERG, A.; KIM, S.S.; KEUL, J. Skeletal muscle enzyme activities in healthy young subjects. **International Journal Sports Medicine**. v. 4, p. 236- 239, 1986.

BLIMKIE, C. J.; MARION, A. Resistance training during preadolescence: Issues, controversies, and recommendations. **Sports Medicine**. v. 15, n. 6, p. 389-407, 1993.

BLOXHAM, S. R.; WELSMAN, J. R.; ARMSTRONG, N. Ergometer-specific relationships between peak oxygen uptake and short-term power output in children. **Pediatric Exercise Science**. v. 17, p. 136-148, 2005.

BOAS, S. R.; DANDURAN, M. J.; McCOLLEY, S.A. Energy metabolism during anaerobic exercise in children with cystic fibrosis and asthma. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.31, n.9, p. 1242-1249, 1999.

BOISSEAU, N.; DELAMARCHE, P. Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. **Sports Medicine**. v. 30, n.6, p.405-418, 2000.

BOMPA, T. O. **Treinamento total para jovens campeões**. 1. ed. São Paulo: Malone, 2002.

BOUCHARD, C. A.; TREMBLAY, C.; LEBLANC, G.; LORTIE, R.; SAVARD, R.; THERIAULT, G. A method to assess energy expenditure in children and adults. **American Journal of Clinical Nutrition**. v.37, p. 461-467, 1983.

BOUCHARD, C. A.; MALINA, R.M.; PERUSSE, L. **Genetic variation and physical performance**. Champaign: Human Kinetic, 1997.

BOUDET, G.; GARET, M.; BEDU, M.; ALBUISSON, E.; CHAMOUX, A. Median maximal heart rate for heart rate calibration in different conditions: Laboratory, field and competition. **International Journal of Sports Medicine**. v.23, p. 290-297, 2002.

BRUM, V. P. C. A influência de diferentes níveis de atividade física e sexo sobre a aptidão aeróbia e anaeróbia de crianças pré-púberes da cidade de Curitiba /PR. **Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em educação física**. Universidade Federal do Paraná, 2004.

CALE, L. Self-report measures of children's physical activity: recommendations for future development and a new alternative measure. **Health Education Journal**, v. 53, p. 439-453, 1994.

CAMPBELL, D. F.; STANLEY, J. C. **Experimental and quasi-experimental designs and research**. Houghton –Mifflin Company, Boston, MA, 1966.

CAMPOS, W; BRUM, V. P. C. **Criança no esporte**. 1. ed. Curitiba: Os autores, 2004.

COUNIL, F. P.; VARRAY, A.; MATECKI, S.; BEUREY, A.; MARCHAL, P.; VOISIN, M.; PREFAUT, C. Training of aerobic and anaerobic fitness in children with asthma. **The Journal of Pediatrics**. v.142, p. 179-184, 2003.

DALY, R. M.; BASS, S.; CAINE, D.; HOWE, W. Does training affect growth? **The Physician and Sports Medicine**. v. 30, n. 10, p.10-21, 2002.

DAMSGAARD, R.; BENCKE, J.; MATTHIESEN, G.; PETERSEN, J. H.; MULLER, J. Is prepubertal growth adversely affected by sport. **Medicine and Science Sports Exercise**. v.32, n.10, p. 1698 –1703, 2000.

DANIS, A.; KYRIAZIS, Y.; KLISSOURAS, V. The effect of training in male prepubertal and pubertal monozygotic twins. **European Journal Applied Physiology**. v.89 , p. 309-318, 2003.

DE STE CROIX, M. B. A.; ARMSTRONG, N.; CHIA, M. Y. H.; WELSMAN, J. R. PARSONS, G.; SHARPE, P. Changes in short-term power output in 10 to 12 year-old. **Journal of Sports Science**. v.19, p. 141-148, 2001.

DOCHERTY, D. **Measurement in pediatric exercise science**. 1 ed. Canada: Human Kinetics, 1996.

ELIAKIM, A.; BRASEL, J.; MOHAN, S.; WONG, W. L. T.; COOPER, D. M. Increased physical activity and the growth hormone IGH-I axis in adolescent males. **American Journal of Physiology**. v.44, p. 308-314, 1998.

ELIAKIM, A.; SCHEETT, T.; ALLMENDINGER, N.; BRASEL, J.; COOPER, D. M. Training, muscle volume, and energy expenditure in nonobese American girls. **Journal of Applied Physiology**. v.90, p. 35-44, 2001.

EPSTEIN, L. H.; PALUCH, R. A.; KALAKANIS, L. E.; GOLDFIED, G. S.; CERNY, F. J.; ROEMMICH, J. N. How much activity do youth get – a quantitative review of heart-rate measured activity. **Pediatrics**. v.108, n.3, p. e44- 57, 2001.

ERIKSSON, B. O.; SALTIN, B. Muscle metabolism during exercise in boys aged 11 to 16 years compared to adults. **Acta Paediatr Belgian**. v.28, supply, p.257-65, 1974.

ERIKSSON, B. O. Muscle metabolism in children – A review. **Acta Paediatr Scandinavian**. suppl. 283, p 20-27, 1980.

FAUDE, O.; NOWACKI, P.E.; URHAUSEN, A. Vergleich ausgewählter (unblutiger) testverfahren zur bestimmung der kardiopulmonalen ausdauer bei schulkindern. **Deutsche Zeitschrift fur Sportmedizin**. v.55, n.9, p. 232-236, 2004.

FERNANDEZ AC, MELLO MT, TUFIK S, CASTRO PM, FISBERG M. Influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na massa de gordura corporal de adolescentes obesos. **Revista Brasileira de Medicina Esporte**. v.10, n.3, p. 152-158, 2004.

GALBO H. Autonomic neuroendocrine responses to exercise. **Scandinavian Journal of Sports Science**. v.8 , n. 1, p. 3-17,1986.

GALLAHUE, D. L.; OZMUN, J. C. **Compreendendo o Desenvolvimento Motor: Bebês, Crianças, Adolescentes e Adultos**. 1 ed. São Paulo: Phorte Editora. 2001.

GEITHNER, C. A.; THOMIS, M. A.; VANDEN EYNDE, B.; MAES, H. H. M.; LOOS, R. J. F.; PEETERS, M. ;CLAESSENS, M.; VLIETINCK, R.; MALINA, R. M.; BEUNEN. G. P. Growth in Peak Aerobic Power during Adolescence. **Medicine and Science Sports Exercise**. ,v. 36, n. 9, p. 1616–1624, 2004.

HANSEN, L., J. BANGSBO, J. TWISK, AND K. KLAUSEN. Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. **Journal of Applied Physiology**. v.87, n.3, p.1141–1147, 1999.

HOLLMANN, W. 42 Years Ago – Development of the concepts of ventilatory and lactate threshold. **Sports Medicine**. v.31, n.5, p. 315-320, 2001.

HOUSTON, M. E. **Biochemistry primer for exercise science**. 1 ed. Ontario: Human Kinetics. 1995.

INBAR, O.; BAR-OR, O. Anaerobic characteristics in male children and adolescents **Medicine and Science Sports Exercise**. v.18, p. 264-269, 1986.

INBAR, O.; BAR-OR, O.; SKINNER, J. S. **The Wingate anaerobic test**. Champaign: Human Kinetics, 1996.

JANZ, K. F., J. D. DAWSON, and L. T. MAHONEY. Tracking physical fitness and physical activity from childhood to adolescence: the Muscatine Study. **Medicine and Science Sports Exercise**. v.32, p. 1250 –1257, 2000.

JOHNSON, M. S.; FIGUEROA-COLON, R.; HERD, S. L.; FIELDS, D. A.; SUN, M.; HUNTER, G. R.; GORAN, M. I. Aerobic fitness, not energy expenditure, influences subsequent increase in adiposity in black and white children. **Pediatrics**. v.106, n.4, p. 50-56, 2000.

KOBAYASHI, K.; KITAMURA, K.; MIURA, M. SODEYAMA, H.; MURASE, Y.; MIYASHITA, M.; MATSUI, H. Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys: a longitudinal study. **Journal Applied of Physiology**. v.44, n.5, p. 666-672, 1978.

KRISKA, A.; CASPERSEN, C. J. Bouchard three-day physical activity record. **Medicine and Science Sports Exercise**, v.29, n.6 (supplement), p. S19-S24, 1997.

KU, C. Y.; GOWER, B. A.; HUNTER, G. R.; GORAN, M. I. Racial differences in insulin secretion and sensitivity in prepubertal children: role of physical fitness and physical activity. **Obesity Research**. v.8, n.7, p.506-515, 2000.

KUNO, S.; TAKAHASHI, H.; FUJIMOTO, K. Muscle metabolism during exercise using phosphorus-31 nuclear magnetic resonance spectroscopy in adolescents. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**. v.70, n. 4, p. 301-304, 1995.

LAC, G.; DUCHÉ, P.; FALGAIRETTE, G. Adrenal androgen profiles in saliva throughout puberty in both sexes. In: Coudert J, Van Praagh E, editors. **Pediatric work physiology**. XVI. Children and exercise. Paris: Masson, p.221-3, 1992.

LÉGER LA, MERCIER D, GADOURY C, LAMBERT J. The multistage 20-meter shuttle run test for aerobic fitness. **Journal of Sports Sciences**. V.6, p. 93-101, 1988.

LeMURA, L. M.; DULLIVARD, S. P.; CARLONAS, R. Can exercise training improve maximal aerobic power (vo2max) in children: a meta-analytic review. **JEPonline**. v.2, n.3, p.1-14, 1999.

MACHADO, H. S. **A relação entre níveis de atividade física, aptidão física e os padrões motores fundamentais de escolares na faixa etária de 7 a 8 anos da**

**cidade de Curitiba, Paraná.** Relatório técnico-científico apresentado ao programa institucional de bolsas de Iniciação Científica PIBIC/CNPq- Universidade Federal do Paraná, 2002.

MALINA, R. M. Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. **Research Quarterly for Exercise and Sport.** v. 67, suppl. 48, p. 48-60, 1996.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação.** 1. ed. São Paulo: Roca, 2002.

MANDIGOUT, S.; LECOQ, A. M.; COURTEIX, D. Effect of gender in response to an aerobic training programme in prepubertal children. **Acta Paediatric.** v.90, p. 9-15, 2001.

MANDIGOUT, S.; MELIN, A.; FAUCHIER, L.; N'GUYEN, L. D.; COURTEIX, D.; OBERT, P. Physical training increases heart rate variability in healthy prepubertal children. **European Journal of Clinical Investigation.** v.32, n.7, p. 479-487, 2002.

MARTIN, R. H. C.; UEZU, R.; PARRA, S. A.; ARENA, S. S.; BOJIKIAN, L. P.; BOHME, M. T. S. Auto-avaliação da maturação sexual masculina por meio da utilização de desenhos e fotos. **Revista paulista de Educação Física.** v.15, n. 2; p. 212-222, 2001.

MARTIN, R. J. F.; DORE, E.; HAUTIER, C. A.; VAN PRAAGH, E.; BEDU, M. Short-term peak power changes in adolescents of similar anthropometric characteristics. **Medicine and Science Sports Exercise.** v.35, n.8, p. 1436-1440, 2003.

MARTIN, R. J. F.; DORE, E.; HAUTIER, C. A.; VAN PRAAGH, E.; BEDU, M. Longitudinal changes of maximal short-term peak power in girls and boys during growth. **Medicine and Science Sports Exercise.** v.36, n.3, p. 498- 503, 2004.

MASSICOTTE D.R.; MACNAB R. B. Cardiorespiratory adaptations to training at specified intensities in children. **Medicine Science in Sports and Exercise.** v. 6, n.4, p. 242-246, 1974.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. Self-assessment and physician assessment of sexual maturation in Brazilian boys and girls: concordance and reproducibility. **American Journal of Human Biology.** v.6, p. 451-455, 1994.

MCMURRAY, R. G.; HARRELL, J. S.; BRADLEY, C. B.; DENG, S.; BANGDIWALA, S. I. Predicted maximal aerobic power in youth is related to age, gender, and ethnicity. **Medicine and Science Sports Exercise.** v.34, n.1, p. 145-151, 2002.

MCMURRAY, R. G., J. S. HARRELL, S. I. BANGDIWALA and J. HU. Tracking of physical activity and aerobic power from childhood through adolescence. **Medicine and Science Sports Exercise.** v. 35, n. 11, pp. 1914–1922, 2003.

NAGAI, N.; HAMADA, T.; KIMURA, T.; MORITANI, T. Moderate physical exercise increases cardiac autonomic nervous system activity in children with low heart rate variability. **Childs Nervous System**. v.20, p.209-214, 2004.

NEMET, D.; CONNOLLY, P. H.; PONTELLO-PESCATELLO, A. M.; ROSE-GOTTRON, C.; LARSON, J. K.; GALASSETI, P.; COOPER, D. M. Negative energy balance plays a major role in the IGF-I response to exercise training. **Journal of Applied Physiology**. v. 96, p. 276-282, 2004.

NINDL, B. C.; KRAEMER, W. J.; MARX, J.O.; ARCIERO, P. J.; DOHI, K.; KELLOGG, M. D.; LOOMIS, G. A. Overnight responses of the circulating IGF-I system after acute, heavy-resistance exercise. **Journal of Applied Physiology**. v.90, p. 1319-1329, 2001.

OBERT, P.; MANDIGOUTS, S.; NOTTIN, S.; VINET, A.; N'GUYEN, L. D.; LECOQ, A. M. Cardiovascular responses to endurance training in children: effect of gender. **European Journal Clinical Investigation**. v. 33, n. 3, p.199–208, 2003.

PETTEREN, S. A.; FREDRIKSEN, P. M.; INGJER, F. The correlation between peak oxygen uptake ( $VO_{2peak}$ ) and running performance in children and adolescents. Aspects of different units. **Scandinavian Journal of Medicine Science and Sports**. v,11, p. 223-228, 2001.

POLLOCK, M. L.; GAESSER, G. A.; BUTCHER, J. D.; The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in health adults. **Medicine Science in Sports and Exercise**. v.30, n.6, p. 975-991, 1998.

PRADO, L. S. **Fisiologia aplicada ao treinamento de crianças: capacidade anaeróbia**. Brasília: INDESP- Instituto Nacional de Desenvolvimento do Desporto, 1999.

PINHO, R.; PETROSKI, E. Nível de atividade física em crianças. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v. 2, n. 3, p. 67-79, 1997.

RIVERA-BROWN, A. M.; ALVAREZ M.; RODRÍGUEZ-SANTANA, J. R.; BENETTI, P.J. Anaerobic power and achievement of  $VO_2$  plateau in pre-pubertal boys. **International Journal of Sports Medicine**. v.22, p.111-115, 2001.

ROWLAND, T. W. Aerobic response to endurance training in prepubescent children: A critical analysis. **Medicine Science in Sports and Exercise**. v. 17, p. 493-497, 1985.

ROWLAND, T. W. **Exercise and children's health**. 1 ed. Massachusetts: Human Kinetics publishers, 1990.

ROWLAND, T. W. **Pediatric laboratory exercise testing: clinical guidelines**. 1 ed. Springfield: Human Kinetics publishers, 1993.

ROWLANDS, A. V.; ESTON, R. G.; INGLEDEW, D. K. Relationship between activity levels, aerobic fitness, and body fat in 8 to 10 years-old children. **Journal of Applied Physiology**. v.86, n. 4, p. 1428-1435, 1999.

SAVAGE, M.P.; PETRATIS, M.; THOMSON, W. H. Exercise training effects on serum lipids of pré-pubertal boys and adult men. **Medicine Science in Sports and Exercise**. v. 18, p. 197-204, 1986.

SCHEETT, T. P.; NEMET, D.; STOPPANI, J.; MARESH, C. M.; NEWCOMB, R.; COOPER, D. M. The effect of endurance type exercise training on growth mediators and inflammatory cytokines in pre-pubertal and early pubertal males. **Pediatric Research**. v.52, p. 491-497, 2002.

SCHIFFRIN, A.; COLLE, E. Hypoglycemia. In: Collin, R.; Ducharme, J.R.; editors. **Pediatric Endocrinology**. New York: Raven Press, 649-73, 1989.

SILVA, F. M.; FERNANDES, L.; CELANI, F. O. Desporto de crianças e jovens – um estudo sobre as idades de iniciação. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**. v.1, n.2, p. 45-55, 2001.

SILVA, K. E. S.; SANTOS, S. P.; AVILA, A.; LENTZ, L.; PRADO, L. S. Análise da potência anaeróbica de crianças pré-púberes do sexo masculino em um exercício supramáximo de 30s realizados em cicloergômetro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 13., 2003, Caxambu. 25 anos de história: o percurso do CBCE na educação física brasileira. **Anais** Florianópolis: Colégio Brasileiro de Ciências do Esporte, 2003.

SIRARD, J. R.; PATE, R. R. Physical activity assessment in children and adolescents. **Sports Medicine**. v.31, n.6, p. 439-451, 2001.

SLAUGHTER, M.H.;LOHMAN, T.G.; BOILEAU, B.A.; HORWILL, C.A.;STILLMAN, R.J.; VAN VOANI, M.D.E.; BEMBEN, D.A. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biology**. v.60, p. 709-723, 1988.

STABELINI, A.N.; MASCARENHAS, L. P. G.; ULBRICH, A. Z; CAMPOS, W. Estudo comparativo no nível de atividade física habitual, aptidão física e composição corporal de adolescentes do sexo masculino praticantes e não praticantes de treinamento sistematizado de futebol. **XIV CONBRACE**. 2005.

THOMAS, J.; NELSON, J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 3ªed. São Paulo: Artmed, 2002.

TOMKINSON, G. R.; LEGER, L. A.; OLDS, T. S.; CAZORLA, G. Secular trends in the performance of children and adolescents (1980 –2000) an analysis of 55 studies of the 20m shuttle run test in 11 countries. **Sports Medicine**. v.33 , n. 4, p. 285-300, 2003.

TOURINHO, H. F.; TOURINHO, L. S. P. R. Crianças, adolescentes e atividade física: aspectos maturacionais e funcionais. **Revista Paulista Educação Física**. v.12, n. 1, p. 71-84, 1998.

TREUTH, M. S. T.; ADOLPH, A. L.; BUTTE, N. F. Energy expenditure in children predicted from heart rate and activity against respiration calorimetry. **American Journal of Physiology**. v.275, n.38, p. e12- e18, 1998.

TSOLAKIS, C.; VAGENAS, G.; DESSYPRIS, A. Growth and anabolic hormones, leptin, and neuromuscular performance in moderately trained prepubescent athletes and untrained boys. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.17, n.1, p. 40-46, 2003.

VAN PRAAGH, E. **Pediatric anaerobic performance**. 1 ed. Champaign: Human Kinetics, 1998.

VAN PRAAGH, E.; DORE, E. Short-term muscle power during growth and maturation. **Sports Medicine**. v.32, n.11, p. 701-728, 2002.

ZANCONATO, S.; BUCHTHAL, S.; BARSTOW, T. J. <sup>31</sup>P-magnetic resonance spectroscopy of leg muscle metabolism during exercise in children and adults. **Journal of Applied Physiology**. v. 74, n.5, p. 2214-2218, 1993.

WIDEMAN, L.; WETMAN, J. Y.; HARTMAN, M. L.; VELDHUIS, J. D.; WETMAN, A. Growth hormone release during acute and chronic aerobic and resistance exercise. **Sports Medicine**. v.32, n.15, p. 987-1004, 2002.

WILLIAMS, C. A.; ARMSTRONG, N.; POWELL, J. Aerobic responses of prepubertal boys to two modes of training. **British Journal Sports Medicine**. n. 34, p. 168-173, 2000.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 2 ed. São Paulo: Malone, 2001.



## **ANEXOS**

## ANEXO 1: Carta Convite.

Aos,

Sr (a) Pais,

Faz-se o convite através desta para que seu filho participe do projeto de pesquisa intitulado “A influência de duas intensidades de treinamento aeróbio sobre a potência aeróbia e anaeróbia de crianças pré-púberes do sexo masculino”, do mestrando Luis Paulo Mascarenhas, sob a orientação do Prof. Dr. Wagner de Campos.

Este projeto tem como objetivo principal observar o efeito do treinamento aeróbio sobre a potência aeróbia e anaeróbia das crianças, sendo que as crianças participarão por um período de treinamento de dois meses que será realizado na pista de atletismo da Universidade Federal do Paraná, campus Politécnico.

As crianças serão avaliadas antes e após o período de treinamento na esteira e na bicicleta ergométrica ambos exercícios físicos que podem chegar a visível exaustão e esforço máximo, estas avaliações serão feitas no Departamento de Educação Física da UFPR.

Lembramos que em nenhum momento a criança será colocada em situação de constrangimento e que todos os testes serão realizados no Laboratório de Fisiologia do Exercício, Depto. de Educação Física da UFPR, Rua Coração de Maria, 92 – BR 116, km 99, telefone: (41) 360-4331 ou 9122-1394.

## ANEXO 2: Ficha de Identificação e Termo de Consentimento.

Aos, Senhor (a) Pais.

## DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Dados pessoais da criança

Nome: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Seu filho participa de treinamento desportivo a mais de 6 meses:

( ) Não ( ) Sim qual: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone para contato: \_\_\_\_\_

Nome do responsável: \_\_\_\_\_

## AUTORIZAÇÃO

Eu, \_\_\_\_\_ responsável pelo menor \_\_\_\_\_, estou ciente das informações contidas abaixo e autorizo meu filho a participar do Projeto "A influência de duas intensidades de treinamento aeróbio sobre a potência aeróbia e anaeróbia de crianças pré-púberes do sexo masculino" do Prof. Dr. Wagner de Campos e colaborador Luis Paulo G. Mascarenhas. A participação do meu filho é voluntária e sei que esta envolverá a realização de testes antropométricos (peso, altura e dobras cutâneas), auto-avaliação da maturação sexual, dois testes em esteira e dois testes em bicicleta. Eu sei que o benefício da participação do menor na pesquisa é o conhecimento da aptidão física de meu filho. Compreendo que os resultados do estudo podem ser publicados, mas que o nome ou identidade do meu filho (protegido) não será revelado, sendo utilizados códigos de identificação. Fui informado que este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética do Setor de Ciências Biológicas e que qualquer problema ou reclamação à conduta dos pesquisadores deste projeto, poderei procurar o referido Comitê. Qualquer dúvida sobre o estudo pode ser esclarecida pelo responsável pela condução da pesquisa: Prof. Dr. Wagner de Campos, UFPR, telefone (41) 360-4331 ou 9122-1394.

Curitiba \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pai, mãe ou responsável.

## ANEXO 3: Planilha de avaliação do nível de atividade física habitual.

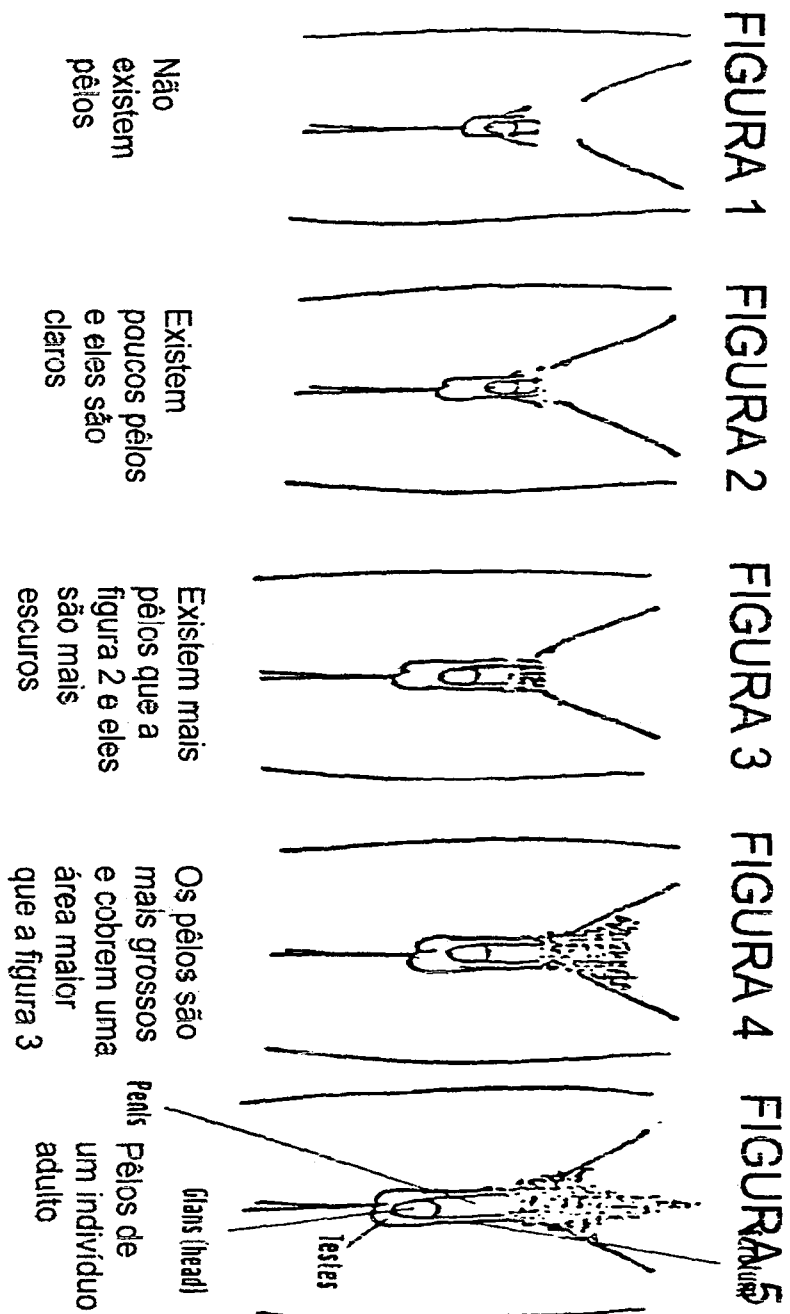
## AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA (BOUCHARD, 1983)

<b>ESCOLA:</b> <b>NOME:</b> <b>DATA ENTREVISTA:</b>	<b>SÉRIE:</b> <b>DATA NASCIM.:</b>
---	---------------------------------------

SEGUNDA					TERÇA					SÁBADO				
	0 - 15	15 - 30	30 - 45	45 - 60		0 - 15	15 - 30	30 - 45	45 - 60		0 - 15	15 - 30	30 - 45	45 - 60
0					0					0				
1					1					1				
2					2					2				
3					3					3				
4					4					4				
5					5					5				
6					6					6				
7					7					7				
8					8					8				
9					9					9				
10					10					10				
11					11					11				
12					12					12				
13					13					13				
14					14					14				
15					15					15				
16					16					16				
17					17					17				
18					18					18				
19					19					19				
20					20					20				
21					21					21				
22					22					22				
23					23					23				
1 _____			6 _____		1 _____			6 _____		1 _____			6 _____	
2 _____			7 _____		2 _____			7 _____		2 _____			7 _____	
3 _____			8 _____		3 _____			8 _____		3 _____			8 _____	
4 _____			9 _____		4 _____			9 _____		4 _____			9 _____	
5 _____					5 _____					5 _____				

<u>Categoria</u>	<u>Tipo de Atividade</u>	<u>Demanda Energética (Kcal/kg/15 min)</u>
1	<b>Repouso na cama:</b> horas de sono	0,26
2	<b>Posição sentada:</b> refeições, assistir TV, trabalho intelectual sentado	0,38
3	<b>Posição em Pé Suave:</b> higiene pessoal, trabalhos domésticos leves sem deslocamentos	0,57
4	<b>Caminhada leve (&lt; 4 km/h):</b> trabalhos domésticos com deslocamentos, dirigir carros	0,69
5	<b>Trabalho Manual Suave:</b> trabalhos domésticos como limpar chão, lavar carro, jardinagem	0,84
6	<b>Atividades de Lazer e Prática de Esportes Recreativos:</b> voleibol, ciclismo passeio, caminhar de 4 a 6 km/h	1,2
7	<b>Trabalho Manual em Ritmo Moderado:</b> trabalho braçal, carpintaria, pedreiro, pintor	1,4
8	<b>Atividades de Lazer e prática de esportes de alta intensidade:</b> futebol, dança aeróbica, natação, tênis, caminhar > 6 km/h	1,5
9	<b>Trabalho Manual intenso, prática de esportes competitivos:</b> carregar cargas elevadas, atletas profissionais	2

## ANEXO 4: Auto-avaliação da pilosidade pubiana



FONTE: adaptado de DOCHERTY, D. (1996)

**ANEXO 5: Atestado médico de saúde e de aptidão para participar do treinamento.**

Eu , Dr(a). médico \_\_\_\_\_ , atesto para os devidos fins que \_\_\_\_\_ , fez o exame físico, com avaliação clínica dos sistemas cardio-respiratório, osteomuscular e anamnese, onde foram observados a história mórbida atual e pregressa do avaliado e sua história familiar, do projeto de mestrado intitulado “A influência de duas intensidades de treinamento aeróbio sobre a potência aeróbia e anaeróbia de crianças pré-púberes do sexo masculino”. Desta forma dou ciência.

---

Nome do médico e nº do CRM